



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201714845 A

(43)公開日：中華民國 106 (2017) 年 05 月 01 日

(21)申請案號：105108512

(22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 03 月 18 日

(51)Int. Cl.：

*C03B33/02 (2006.01)**C03B33/09 (2006.01)**B23K26/38 (2014.01)**B28D5/00 (2006.01)*

(30)優先權：2015/03/18

美國

62/134,827

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

美國

(72)發明人：伯德特史帝夫羅伊 BURDETTE, STEVEN ROY (US)；瑪丹普西許瑞帕蘭坦達蘭
MADAPUSI, SHRIRAM PALANTHANDAL (IN)；尼庫林伊利亞安瑞耶維奇
NIKULIN, ILIA ANDREYEVICH (RU)；泰利爾薩維爾 TELLIER, XAVIER (FR)；
張銳 ZHANG, RUI (CN)

(74)代理人：李世章；彭國洋

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：12 項 圖式數：14 共 58 頁

(54)名稱

用於移除玻璃帶邊緣的方法與設備

METHODS AND APPARATUSES FOR REMOVING EDGES OF A GLASS RIBBON

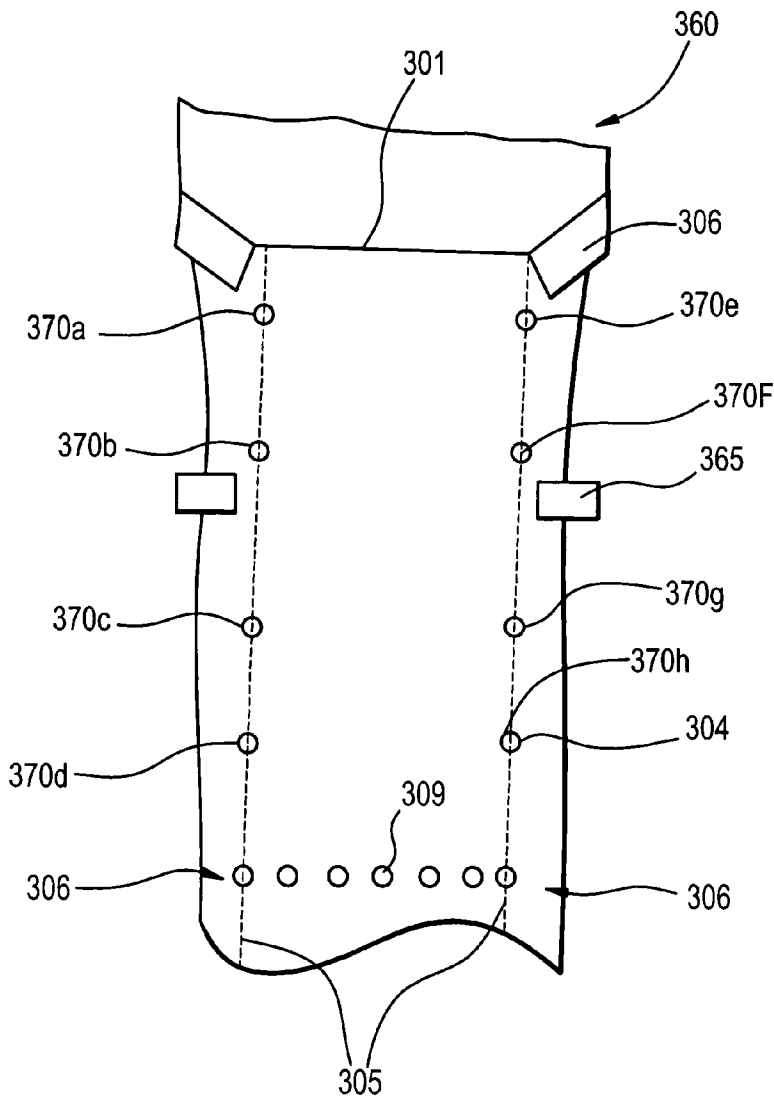
(57)摘要

本案提供一種用於形成玻璃帶之方法及設備，該設備包含成形體，該成形體經組態以形成自其拉製之連續移動玻璃帶；第一加熱或冷卻設備以在該連續移動玻璃帶之黏彈性區域中起始裂紋；及第二加熱或冷卻設備以在該連續移動玻璃帶中定位或停止經起始之裂紋。

A method and apparatus for forming a glass ribbon comprising a forming body configured to form a continuously moving glass ribbon that is drawn therefrom, a first heating or cooling apparatus to initiate a crack in a viscoelastic region of the continuously moving glass ribbon, and a second heating or cooling apparatus to locate or stop the initiated crack in the continuously moving glass ribbon.

指定代表圖：

第4圖



符號簡單說明：

- 301 . . . 根部
- 305 . . . 預定部分、線路或區域
- 306 . . . 邊緣引導器/最外部分或邊緣
- 309 . . . 例示性噴嘴、燃燒器或噴射器或該等裝置之陣列
- 360 . . . 成形體
- 370a . . . 冷卻或加熱噴嘴、燃燒器、雷射、IR 加熱器或噴射器
- 370b . . . 冷卻或加熱噴嘴、燃燒器、雷射、IR 加熱器或噴射器
- 370c . . . 冷卻或加熱噴嘴、燃燒器、雷射、IR 加熱器或噴射器
- 370d . . . 冷卻或加熱噴嘴、燃燒器、雷射、IR 加熱器或噴射器
- 370e . . . 冷卻或加熱噴嘴、燃燒器、雷射、IR 加熱器或噴射器
- 370f . . . 冷卻或加熱噴嘴、燃燒器、雷射、IR 加熱器或噴射器
- 370g . . . 冷卻或加熱噴嘴、燃燒器、雷射、IR 加熱器或噴射器
- 370h . . . 冷卻或加熱噴嘴、燃燒器、雷射、IR 加熱器或噴射器

射、IR 加熱器或噴射
器

201714845

【發明摘要】

【中文發明名稱】用於移除玻璃帶邊緣的方法與設備

【英文發明名稱】METHODS AND APPARATUSES FOR REMOVING
EDGES OF A GLASS RIBBON

【中文】

本案提供一種用於形成玻璃帶之方法及設備，該設備包含成形體，該成形體經組態以形成自其拉製之連續移動玻璃帶；第一加熱或冷卻設備以在該連續移動玻璃帶之黏彈性區域中起始裂紋；及第二加熱或冷卻設備以在該連續移動玻璃帶中定位或停止經起始之裂紋。

【英文】

A method and apparatus for forming a glass ribbon comprising a forming body configured to form a continuously moving glass ribbon that is drawn therefrom, a first heating or cooling apparatus to initiate a crack in a viscoelastic region of the continuously moving glass ribbon, and a second heating or cooling apparatus to locate or stop the initiated crack in the continuously moving glass ribbon.

【指定代表圖】第(4)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

3 0 1 根部

3 0 5 預定部分、線路或區域

3 0 6 邊緣引導器/最外部分或邊緣

3 0 9 例示性噴嘴、燃燒器或噴射器或該等裝置之陣列

3 6 0 成形體

370a 冷卻或加熱噴嘴、燃燒器、雷射、IR加熱器或噴射器

370b 冷卻或加熱噴嘴、燃燒器、雷射、IR加熱器或噴射器

370c 冷卻或加熱噴嘴、燃燒器、雷射、IR加熱器或噴射器

370d 冷卻或加熱噴嘴、燃燒器、雷射、IR加熱器或噴射器

370e 冷卻或加熱噴嘴、燃燒器、雷射、IR加熱器或噴射器

370f 冷卻或加熱噴嘴、燃燒器、雷射、IR加熱器或噴射器

370g 冷卻或加熱噴嘴、燃燒器、雷射、IR加熱器或噴射器

370h 冷卻或加熱噴嘴、燃燒器、雷射、IR加熱器或噴射器

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】用於移除玻璃帶邊緣的方法與設備

【英文發明名稱】METHODS AND APPARATUSES FOR REMOVING
EDGES OF A GLASS RIBBON

【0001】 本申請案根據專利法主張2015年3月18日申請的美國臨時申請案第62/134827號之優先權權益，該臨時申請案之內容為本文之基礎且係以全文引用方式併入本文中。

【技術領域】

【0002】 本發明大體而言係關於玻璃製造系統且更特定言之係關於切割玻璃帶以及在玻璃帶上之裂紋傳播及定位或停止。

【先前技術】

【0003】 諸如液晶顯示器(liquid crystal display; LCD)及電漿顯示器之高效顯示裝置通常用於各種電子儀器，諸如手機、膝上型電腦、電子板、電視及電腦監測器。目前市售之顯示裝置可採用一或多個高精度玻璃板，例如作為用於電子電路組件之基板，或作為彩色濾光器，僅舉例數種應用。用於製造該等高品質玻璃基板之領先技術為由Corning Incorporated開發並且描述於例如美國專利第3,338,696號及第3,682,609號中之熔合拉製製程，該等專利均以全文引用方式併入本文中。

【0004】 該熔合拉製製程可利用包含成形體(例如隔離管)之熔合拉製機(fusion draw machine; FDM)。該成形體可包含上部槽形部分及具有楔形橫截面之下部部分，該橫截面具有兩個傾斜向下以在根部接合之主要側面(或成形面)。在玻璃成形製程期間，熔融玻璃可經遞送至隔離管之一端(「遞送端」)且可沿著隔離管之長度傳送，同時流經槽側壁(或堰)至對端(「壓縮端」)。熔融玻璃可沿著兩個成形面呈兩條玻璃帶向下流動，該等玻璃帶最終在根部會聚，其中其熔合在一起以形成單一玻璃帶。該玻璃帶可因此具有兩個最初外表面，該等外表面尚未暴露於成形體之表面。該帶可接著經下拉且冷卻以形成具有所需厚度及最初表面品質之玻璃板。

【0005】 無論藉由熔合抑或另一成形製程(例如，浮動、狹縫拉製等)使平板玻璃成形均可導致在各別製造製程中在不同的薄玻璃帶之邊緣處形成厚玻璃區。此等厚玻璃區一般稱為珠粒。珠粒厚度可自標稱中央帶厚度之約3至4倍變化至標稱中央帶厚度之高達10倍。珠粒為不需要的，因為其可在玻璃成形中造成麻煩且可限制產品品質。因此，需要消除玻璃成形製程中之珠粒。

【發明內容】

【0006】 本發明係關於連續地形成玻璃帶且自玻璃帶移除珠粒之方法及系統。

【0007】 一些實施例提供用於形成玻璃帶之設備，該設備包含成形體，該成形體包含在該成形體之根部接合

的會聚成形面，該成形體經組態以使熔融玻璃形成自根部拉製之連續移動玻璃帶；第一加熱或冷卻設備以在該連續移動玻璃帶中起始垂直裂紋；第二加熱或冷卻設備以在該連續移動玻璃帶中定位或停止起始之裂紋；及在第一及第二加熱或冷卻設備之下游的分離機制，該分離機制經組態以水平地將該連續移動玻璃帶分離為玻璃板。在一些實施例中，該第二加熱或冷卻設備在該第一加熱或冷卻設備之下游。在其他實施例中，第一及第二加熱或冷卻設備包含噴嘴、噴射器、雷射、IR加熱器及燃燒器中之至少一者。在一些實施例中，該連續移動玻璃帶在第一溫度下並且其中該第一加熱或冷卻設備經組態以在低於該第一溫度之第二溫度下遞送氣體至該連續移動玻璃帶。在其他實施例中，該連續移動玻璃帶在第一溫度下並且其中該第一加熱或冷卻設備經組態以在高於該第一溫度之第二溫度下遞送氣體至該連續移動玻璃帶。在一些實施例中，第三加熱或冷卻設備可在第一及第二加熱或冷卻設備之下游或在第一加熱及冷卻設備之下游並且在第二加熱或冷卻設備之上游。在其他實施例中，該氣體選自由空氣、氮氣、氫氣、可燃氣體、惰性氣體及其組合組成之群。在一些實施例中，分離機制使用雷射機制、機械刻痕機制及一或多種額外加熱或冷卻設備中之至少一者分離玻璃。在其他實施例中，該連續移動玻璃帶具有在約0.01 mm至約5 mm之間之厚度。在一些實施例中，第二加熱機制定位於根部下游約2500

mm 與約 7500 mm 之間。在其他實施例中，第一加熱機制定位於第二加熱機制之上游約 500 mm 與約 5500 mm 之間。在一些實施例中，使用上述設備提供一種用於製造玻璃帶之方法。

【0008】 在額外實施例中，提供一種用於形成玻璃帶之設備，該設備包含成形體，該成形體包含在該成形體之根部接合的會聚成形面，該成形體經組態以使熔融玻璃形成自根部拉製之連續移動玻璃帶；第一加熱或冷卻設備以在流動方向中分離該連續移動玻璃帶；及第二加熱或冷卻設備以在根部之前定位或停止該連續移動玻璃帶之分離。一些實施例可進一步包含在第一及第二加熱或冷卻設備下游之分離機制，該分離機制經組態以水平地將該連續移動玻璃帶分離為玻璃板。額外實施例可進一步包含在第一及第二加熱或冷卻設備之下游或在第一加熱及冷卻設備之下游並且在第二加熱或冷卻設備之上游的第三加熱或冷卻設備。在一些實施例中，該第二加熱或冷卻設備在該第一加熱或冷卻設備之下游。在其他實施例中，第一及第二加熱或冷卻設備包含噴嘴、噴射器、雷射、IR 加熱器及燃燒器中之至少一者。在一些實施例中，該連續移動玻璃帶在第一溫度下並且其中該第一加熱或冷卻設備經組態以在低於該第一溫度之第二溫度下遞送氣體至該連續移動玻璃帶。在其他實施例中，該連續移動玻璃帶在第一溫度下並且其中該第一加熱或冷卻設備經組態以在高於該第一溫度之第二溫度下遞送

氣體至該連續移動玻璃帶。在一些實施例中，該氣體選自由空氣、氮氣、氫氣、可燃氣體、惰性氣體及其組合組成之群。在其他實施例中，分離機制使用雷射機制、機械刻痕機制及一或多種額外加熱或冷卻設備中之至少一者分離玻璃。在一些實施例中，該連續移動玻璃帶在該分離機制之後具有在約 0.01 mm 至約 5 mm 之間之厚度。在其他實施例中，第二加熱機制定位於根部下游約 2500 mm 與約 7500 mm 之間。在一些實施例中，第一加熱機制定位於第二加熱機制之上游約 500 mm 與約 5500 mm 之間。在其他實施例中，使用上述設備提供一種用於製造玻璃帶之方法。

【0009】 額外實施例提供一種用於形成玻璃帶之設備，該設備包含成形體，該成形體經組態以形成自其拉製之連續移動玻璃帶；第一加熱或冷卻設備以在該連續移動玻璃帶之黏彈性區域中起始裂紋；及第二加熱或冷卻設備以在該連續移動玻璃帶中定位或停止經起始之裂紋。在一些實施例中，該成形體進一步包含在該成形體之根部接合的會聚成形面，該成形體經組態以使熔融玻璃形成自根部拉製之連續移動玻璃帶。在其他實施例中，經起始之裂紋在流動方向中。在一些實施例中，經起始之裂紋垂直於流動方向。其他實施例可進一步包含在第一及第二加熱或冷卻設備下游之分離機制，該分離機制經組態以水平地將該連續移動玻璃帶分離為玻璃板。在一些實施例中，該第二加熱或冷卻設備在該第一

加熱或冷卻設備之下游。其他實施例可包含在第一及第二加熱或冷卻設備之下游或在第一加熱及冷卻設備之下游並且在第二加熱或冷卻設備之上游的第三加熱或冷卻設備。在一些實施例中，第一及第二加熱或冷卻設備包含噴嘴、噴射器、雷射、IR加熱器及燃燒器中之至少一者。在其他實施例中，該連續移動玻璃帶在第一溫度下並且其中該第一加熱或冷卻設備經組態以在低於該第一溫度之第二溫度下遞送氣體至該連續移動玻璃帶。在一些實施例中，該連續移動玻璃帶在第一溫度下並且其中該第一加熱或冷卻設備經組態以在高於該第一溫度之第二溫度下遞送氣體至該連續移動玻璃帶。在其他實施例中，該氣體選自由空氣、氮氣、氫氣、可燃氣體、惰性氣體及其組合組成之群。在一些實施例中，分離機制使用雷射機制、機械刻痕機制及一或多種額外加熱或冷卻設備中之至少一者分離玻璃。在其他實施例中，該連續移動玻璃帶具有在約0.01 mm至約5 mm之間之厚度。在一些實施例中，第二加熱機制定位於根部下游約2500 mm與約7500 mm之間。在其他實施例中，第一加熱機制定位於第二加熱機制之上游約500 mm與約5500 mm之間。在其他實施例中，使用上述設備提供一種用於製造玻璃帶之方法。

【0010】 本發明之額外特徵及優勢將在以下實施方式中陳述，且部分地將由熟習此項技術者根據彼描述顯而

易知或藉由實踐如本文(包括以下實施方式、申請專利範圍以及附圖)所述之實施例來識別。

【0011】 應瞭解，前述一般描述及以下實施方式均提供本發明之各種實施例，且意欲提供概述或構架以瞭解申請專利範圍之性質及特性。附圖包括在內以提供對本發明之進一步瞭解，且併入本說明書中且構成本說明書之一部分。圖式說明本發明之各種實施例，且連同說明書一起用以解釋本發明之原理及操作。

【圖式簡單說明】

【0012】 當結合以下圖式閱讀時，可最好地理解以下實施方式，附圖中相同結構在可能情況下以相同參考數字指示，且圖中：

【0013】 第1圖為用於一種用於製造玻璃帶之例示性熔合拉製製程之例示性成形體的示意圖；

【0014】 第2圖為第1圖之成形體之橫截面視圖；

【0015】 第3圖為例示性玻璃製造系統之示意圖；

【0016】 第4圖為本發明主題之一些實施例之側視圖；

【0017】 第5圖為例示性噴嘴機制之一些實施例之透視圖；

【0018】 第6圖為在經受均勻拉伸應力 σ 之樣本中長度 α 之穿透裂紋的示意圖；

【0019】 第7圖為樣本之裂紋停止之示意圖；

【0020】 第8圖為一系列應力圖，該等圖展示玻璃帶上在特定提升下之冷卻以產生殘餘應力及針對裂紋定位或停止在各種位置之冷卻或加熱；

【0021】 第9圖為展示針對裂紋定位或停止燃燒器、噴嘴或噴射器之熱模型的圖；

【0022】 第10圖為用裂紋定位或停止燃燒器、噴嘴或噴射器對玻璃帶之熱-機械圖形分析；

【0023】 第11圖為一系列圖，該等圖說明玻璃帶中歸因於其側面變薄之溫度差異及誘導殘餘應力；

【0024】 第12圖為另一系列圖，該等圖說明玻璃層合帶中歸因於其側面變薄之溫度差異及誘導殘餘應力；及

【0025】 第13圖及第14圖為層合帶中之壓縮應力的圖。

【實施方式】

【0026】 本文揭示用於製造玻璃帶之系統及設備。本發明實施例將參考第1-2圖論述，該等圖描繪適合用於一種用於製造玻璃帶之例示性玻璃製造製程之例示性成形體，例如隔離管。參考第1圖，在諸如熔合拉製製程之玻璃製造製程期間，熔融玻璃可經由入口管101引入至包含槽103之成形體100中。當然，隨附申請專利範圍不應限於熔合拉製製程，因為所主張之主題可用於具有連續玻璃帶之任何玻璃製造製程，包括狹縫拉製、浮動、再拉製及其他製程。一旦槽103經完全填充，則熔融玻璃可溢出該槽之側面並且沿著兩個相對成形面107向

下，接著在根部109熔合在一起以形成玻璃帶111。該玻璃帶可接著使用例如輥總成(未示出)在方向113中下拉並且經進一步加工以形成玻璃板。成形體總成可進一步包含輔助組件，諸如端帽105及/或邊緣引導器(未示出)。

【0027】 第2圖提供第1圖之成形體之橫截面視圖，其中成形體100可包含上部槽形部分102及下部楔形部分104。上部槽形部分102可包含經組態以接收熔融玻璃之通道或槽103。槽103可由包含內表面121a、121b之兩個槽壁(或堰)125a、125b及槽底部123界定。儘管該槽經描繪為具有矩形橫截面，其中內表面與槽底部形成大約90度角，但預見其他槽橫截面，以及在內表面與槽底部之間之其他角。堰125a、125b可進一步包含外表面127a、127b，其連同楔外部表面129a、129b可構成兩個相對成形面107。熔融玻璃可流出堰125a、125b且沿著成形面107呈兩條玻璃帶向下流動，該等玻璃帶可接著在根部109熔合在一起以形成單一玻璃帶111。該帶可接著在方向113中下拉且在一些實施例中經進一步加工以形成玻璃板。

【0028】 成形體100可包含任何適合用於玻璃製造製程之材料，例如耐火材料，諸如鋯石、氧化鋯、氧化鋁、氧化鎂、碳化矽、氮化矽、氧氮化矽、磷鉍礦、獨居石、其合金及其組合。根據各種實施例，該成形體可包含單一塊，例如由單一來源加工而成之一塊。在其他實施例

中，該成形體可包含兩個或兩個以上黏合、熔合、附接或以其他方式結合在一起之塊，例如槽形部分及楔形部分可為包含相同或不同材料之兩個獨立塊。該成形體之尺寸可視所需應用而變化，該等尺寸包括長度、槽深度及寬度及楔高度及寬度，僅舉數例。選擇適合於特定製造製程或系統之此等尺寸在熟習此項技術者之技能內。

【0029】 雖然未示出，但例示性成形體100可配備有墩塊(或支撐物)，其可與例如成形體100之下部楔形部分104接觸。墩塊可用於在一端或兩端向成形體100施加壓縮力。墩座(例如切口或凹槽)可存在於成形體100中用於接收墩塊，並且可具有實質上正方形或矩形形狀且該等墩塊可在一些實施例中具有對應形狀。例如，墩塊可經斜切或切成斜角以在墩塊與墩座之間產生不連續接觸或墩塊及/或墩座亦可為弧形的。墩塊可包含任何適合用於玻璃製造製程之材料，例如耐火材料，諸如上文關於成形體所述之彼等，例如鋯石、氧化鋯、氧化鋁、氧化鎂、碳化矽、氮化矽、氧氮化矽、磷鉍礦、獨居石、其合金及其組合。在其他實施例中，墩塊可包含不同於用於各別且相鄰成形體之彼等的材料。

【0030】 本發明實施例亦參考第3圖論述，第3圖描繪用於製造玻璃帶304之例示性玻璃製造系統300。又，雖然第3圖說明熔合拉製製程，但隨附申請專利範圍不應如此受限，因為所主張之主題可用於具有連續玻璃帶之任何玻璃製造製程，包括狹縫拉製、浮動、再拉製及其

他製程。玻璃製造系統300可包括熔融容器310、熔融至澄清管315、澄清容器(例如精煉管)320、澄清至攪拌腔室連接管325(具有自其延伸之位準探測立管327)、攪拌腔室(例如混合容器)330、攪拌腔室至鉢連接管335、鉢(例如遞送容器)340、下導管345及熔合拉製機(FDM)350,該熔合拉製機可包括入口355、成形體(例如隔離管)360及牽引輥總成365。

【0031】玻璃分批材料可如箭頭312所示引入至熔融容器310中,以形成熔融玻璃314。澄清容器320藉由熔融至澄清管315連接至熔融容器310。澄清容器320可具有高溫加工區域,該高溫加工區域接收來自熔融容器310之熔融玻璃且可自熔融玻璃移除氣泡。澄清容器320藉由澄清至攪拌腔室連接管325連接至攪拌腔室330。攪拌腔室330藉由攪拌腔室至鉢連接管335連接至鉢340。鉢340可經由下導管345遞送熔融玻璃至FDM 350中。

【0032】術語「分批材料」及其變化形式在本文中用於指示玻璃前驅物組分之混合物,其在熔融後反應及/或組合以形成玻璃。玻璃分批材料可藉由用於組合玻璃前驅物材料之任何已知方法來製備及/或混合。例如,在某些非限制性實施例中,玻璃分批材料可包含玻璃前驅物粒子之乾燥或實質上乾燥混合物,例如,不利用任何溶劑或液體。在其他實施例中,玻璃分批材料可呈漿料形式,例如,玻璃前驅物粒子於液體或溶劑存在下之混

合物。根據各種實施例，分批材料可包含玻璃前驅物材料，諸如矽石、氧化鋁及各種額外氧化物，諸如氧化硼、氧化鎂、氧化鈣、氧化鈉、氧化鋇、氧化錫或氧化鈦。例如，玻璃分批材料可為矽石及/或氧化鋁與一或多種額外氧化物之混合物。在各種實施例中，玻璃分批材料包含合起來約45至約95 wt%之氧化鋁及/或矽石及合起來約5至約55 wt%之至少一種硼、鎂、鈣、鈉、鋇、錫及/或鈦氧化物。分批材料可根據此項技術中已知之任何方法熔融，包括本文中參考第3圖所論述之方法。例如，分批材料可添加至熔融容器中且加熱至介於約1100℃至約1700℃範圍內之溫度，諸如約1200℃至約1650℃、約1250℃至約1600℃、約1300℃至約1550℃、約1350℃至約1500℃或約1400℃至約1450℃，包括其間所有範圍及子範圍。分批材料可在某些實施例中在熔融容器中具有介於數分鐘至數小時範圍內之滯留時間，該滯留時間視各種變數而定，諸如操作溫度及批量。例如，滯留時間可介於約30分鐘至約8小時、約1小時至約6小時、約2小時至約5小時或約3小時至約4小時範圍內，包括其間所有範圍及子範圍。

【0033】繼續參考第3圖，FDM 350可包括入口355、成形體360及牽引輥總成365。入口355可接收來自下導管345之熔融玻璃，熔融玻璃可自其流動至成形體360，其中其成形為玻璃帶304。牽引輥總成365可遞送經拉製之玻璃帶304以藉由額外視情況選用之設備

進行進一步加工。例如，玻璃帶可藉由移動式砧機 (traveling anvil machine ; TAM) 進行進一步加工，該移動式砧機可包括用於對玻璃帶刻痕之機械刻痕裝置，或藉由雷射機制加工以類似地切割或對玻璃帶刻痕。經刻痕之玻璃可接著使用此項技術中已知之各種方法及裝置分離成數塊玻璃板，經加工，拋光，經化學強化，及/或以其他方式經表面處理，例如經蝕刻。習知地，在玻璃製造系統之精整作業線或部分(未示出)中藉由 TAM 加工之後，邊緣部分或珠粒與玻璃板分離。該等分離邊緣部分或珠粒之習知方式包括此項技術中已知之雷射分離及/或機械刻痕方法及裝置。

【0034】 熔融玻璃亦可經歷各種額外加工步驟，包括澄清以移除氣泡及攪拌以均質化玻璃熔體，僅舉數例。熔融玻璃可接著經加工以使用本文所揭示之成形體製造玻璃帶。例如，如上文所論述，熔融玻璃可在遞送端經由一或多個入口引入至成形體之槽形部分中。玻璃可在自遞送端進行至壓縮端之方向中流出兩個槽壁，並且沿著楔形部分之兩個相對外部表面向下流動，在根部會聚以形成單一玻璃帶。

【0035】 作為非限制性實例，成形體設備亦可封閉於容器中，該容器在其最熱點處(例如，在最接近槽形部分之上部「隔焰」區中)在介於約 1100 °C 至約 1350 °C 範圍內之溫度下操作，諸如約 1150 °C 至約 1325 °C、約 1150 °C 至約 1300 °C、約 1175 °C 至約 1250 °C 或約 1200 °C 至

約 1 2 2 5 °C，包括其間所有範圍及子範圍。在其最冷點處（例如，在最接近成形體根部之下部「過渡」區中），該容器可在介於約 8 0 0 °C 至約 1 2 5 0 °C 範圍內之溫度下操作，諸如約 8 5 0 °C 至約 1 2 2 5 °C、約 9 0 0 °C 至約 1 2 0 0 °C、約 9 5 0 °C 至約 1 1 5 0 °C 或約 1 0 0 0 ° 至約 1 1 0 0 °C，包括其間所有範圍及子範圍。

【0036】繼續參考第 3 圖，本文所述之例示性實施例，而非在藉由機械刻痕機制或雷射機制水平分離之後玻璃板的獨立珠粒或邊緣部分可在用 T A M、雷射切割機制或其他適合之切割機制對玻璃帶進行切割之前在 F D M 3 5 0 中在玻璃帶 3 0 4 上之任何適合位置處起始並且定位或停止玻璃帶中之裂紋。應注意，術語「起始」意謂使得開始及/或約束。例如，在一些實施例中，裂紋可在玻璃帶中經起始或使得開始及/或經約束。例如，第 4 圖為本發明主題之一些實施例之側視圖。參考第 4 圖，熔融玻璃可供應至例示性成形體 3 6 0，該熔融玻璃溢出該成形體之壁，從而分離成兩個個別熔融玻璃流，該等熔融玻璃流流出會聚成形面至成形體 3 6 0 之根部 3 0 1。當該等獨立熔融玻璃流到達成形體 3 6 0 之根部 3 0 1 時，其再組合以形成玻璃帶 3 0 4，該玻璃帶自成形體 3 6 0 之根部下降。邊緣引導器 3 0 6 可定位於成形體 3 6 0 上以延長根部 3 0 1 之寬度並且藉此輔助玻璃帶 3 0 4 變寬或至少用於使玻璃帶 3 0 4 之變窄降至最小。操作中，典型地存在四個邊緣引導器 3 0 6，兩個邊緣引導器在成形體之一

端彼此相對並且另一對相對的邊緣引導器定位於成形體之對端；然而，由於第4圖為例示性成形體360之透視圖，故兩個邊緣引導器經遮蔽而不可見。

【0037】 當玻璃帶304自根部下降時，牽引輥365與該黏性玻璃帶沿其邊緣接觸並且幫助在向下路徑中拉製該帶。牽引輥365包含相對的、反向旋轉輥，該等輥在玻璃帶邊緣部分握緊玻璃帶304並且向下拉製該玻璃帶。雖然未示出，但定位於牽引輥365上方及/或下方之額外驅動或非驅動輥亦可接觸玻璃帶304之邊緣以幫助導引該帶並且抵抗天然存在之表面張力效應維持該帶的寬度，該等天然存在之表面張力效應用於以其他方式減小該帶之寬度。此外，多種所說明及/或額外驅動或非驅動輥可關於水平線傾斜或成角度。

【0038】 複數個冷卻或加熱噴嘴、燃燒器、雷射、IR加熱器或噴射器370a-h可定位於例示性FDM 350內，藉此各自可供應有冷卻氣體或加熱氣體。例示性氣體包括(但不限於)空氣、氮氣、氫氣、惰性氣體、其他可燃氣體、其組合及其類似物。當然，加熱噴嘴、燃燒器或噴射器僅為例示性的並且申請專利範圍不應如此受限，因為可使用多種其他機制。例如，在一些實施例中，雷射、IR加熱器或其類似物可用於加熱設備或機制中來達成相同目的。在額外實施例中，所供應之氣體可在遞送至各別加熱噴嘴、燃燒器或噴射器370a-h之前經冷卻、混合及/或加熱。在例示性實施例中，複數個加熱或冷卻

噴嘴 370 a - h 可經組態以在連續移動玻璃帶 304 之特定部分沿該帶之預定部分、線路或區域 305 引導經加熱或經冷卻之空氣。一般地，該玻璃帶之此預定部分 305 之垂直分離(例如，在流動方向中之分離)將必定地移除該玻璃帶中含有非所需珠粒之最外部分或邊緣 306。在一些實施例中，例示性加熱或冷卻噴嘴、噴射器或燃燒器 370 a - h 可提供可燃混合物，藉此向相鄰、流動玻璃帶提供火焰。第 5 圖為例示性噴嘴機制之一些實施例之透視圖。參考第 5 圖，例示性噴嘴、噴射器或燃燒器 370 可包括在最接近端 372 向噴嘴、噴射器或燃燒器 370 供應一或多種氣體之一或多個入口或進料管線 371 及在最遠端 374 用於向相鄰、流動玻璃帶(未示出)供應火焰、經加熱空氣、經冷卻空氣、經加熱或經冷卻空氣射流等之一個或複數個噴嘴、孔或噴射器 373。當然，第 5 圖中所說明之實施例不應限制隨附申請專利範圍之範圍，因為預見多種氣體遞送裝置可用於申請人之玻璃製造系統中以起始及定位或停止連續玻璃帶中之裂紋。所供應之氣體可在約 20 °C 至約 1700 °C 範圍內、約 500 °C 至約 1700 °C 範圍內、約 700 °C 至約 1700 °C 範圍內、約 750 °C 至約 850 °C 範圍內、約 850 °C 至約 1450 °C 範圍內、約 1450 °C 至約 1700 °C 範圍內及其間所有子範圍內之溫度下提供。所供應之(加熱或冷卻)氣體亦可在約 ± 0.1 °C 至約 900 °C 及其間所有範圍及子範圍之與連續玻璃帶的溫度差異(高於或低於)下提供。該等溫度及溫度差異可藉

由例示性實施例用於在約 0.1 MPa 至大於約 50 MPa 之間、在約 1 MPa 與約 25 MPa 之間或在約 5 MPa 與約 20 MPa 之間及其間所有子範圍內調節玻璃帶中之壓縮或拉伸應力。如第 4 圖中所說明，例示性噴嘴、燃燒器或噴射器 370 a-h 可定位於成形體 360 之根部 301 或其附近，在玻璃帶 304 之邊緣內（例如，在玻璃帶之邊緣與中心線之間）。在一些實施例中，裂紋起始噴嘴、燃燒器或噴射器 370 a-h 可定位於根部下游約 2500 mm 與約 7500 mm 之間。在一些實施例中，位置可在根部下游約 1000 mm 至約 8000 mm 之間，約 2000 mm 至約 7000 mm 之間，約 3000 mm 至約 6000 mm 之間，或約 4000 mm 至約 5000 mm 之間，及其間所有子範圍。在其他實施例中，裂紋遏制噴嘴、燃燒器或噴射器 370 a-h 可定位於根部並且在裂紋起始噴嘴之上游約 500 mm 與約 5500 mm 之間。在額外實施例中，位置可在裂紋起始噴嘴之上游約 100 mm 至約 6000 mm 之間、約 500 mm 至約 5500 mm 之間、約 1000 mm 至約 5000 mm 之間或約 2000 mm 至約 4000 mm 之間，及其間所有子範圍。例示性噴嘴、燃燒器或噴射器 370 a-h 可沿玻璃帶在根部 301 與諸如水平機械或雷射刻痕/切割機制之下游切割機制（未示出）之間任何位置定位。在另一實施例中，例示性噴嘴、燃燒器或噴射器或該等裝置之陣列 309 可水平地或垂直於玻璃流之方向配置以使用本文所述之相同原理替換下游切割機制。由噴嘴、燃燒器或噴射器

370、309發射之氣體衝擊玻璃帶且可局部地調節玻璃之黏度，引起其局部變薄及/或壓縮應力之改變。亦預見例示性噴嘴、燃燒器或噴射器370、309可移動而非固定以改變其在帶上之各別位置且改變移位之帶的量或切割位置。雖然未示出，但額外機制(機械或其他方面)可在例示性加熱及冷卻機制370a-h下游用於使分離之珠粒移位至藉由玻璃帶形成之平面外部以避免任何帶邊緣損壞且避免歸因於下游操作之珠粒移動。

【0039】當然，該等說明應僅為例示性的且不應限制隨附申請專利範圍之範圍，因為例示性加熱器及冷卻器(以及其他機制)及其位置可用於實施例中以起始、傳播及停止或定位玻璃帶上之裂紋。例如，在一些實施例中，可提供加熱機制之集合370a,e，其具有接近根部之上部邊界及在根部下方約25 mm至約100 mm之下部邊界。在一些實施例中，此上部邊界可在根部上方約100 mm，因為一些實驗已顯示在根部周圍之例示性位置可自玻璃表面轉移能量至整個厚度且可用於有效地使玻璃變薄。此加熱機制將在高於玻璃之熔融溫度($T_{\text{玻璃}}$)的溫度下提供以降低玻璃帶之黏度且使玻璃帶在其所選部分中變薄。此外，此加熱機制可能用於在玻璃帶中產生薄通道，該薄通道將在黏彈性區域下方誘導低幅度殘餘壓縮應力且可垂直地引導或控制裂紋傳播且可約束裂紋。該種例示性加熱機制一般應在例示性玻璃製造系統之操作期間一直操作。此加熱機制一般可用於引起變薄且若

其使用氣體，則氣體溫度應在約 $150,000$ 泊之流動黏度下高於玻璃溫度至少 100°C 至高於玻璃溫度至少 200°C 或對於具有約 $140,000$ 泊黏度之玻璃而言，溫度範圍應為約 1040°C 至 1240°C 。冷卻機制之第一集合370b,f可接著具備在上部設定區邊界上游約 300 mm 或在加熱機制370a,e下游約 200 mm 之上部邊界，以進一步下游為準，且可具備在該區開始之處下游約 300 mm 之下部邊界。一般地，設定區之位置取決於帶冷卻速率。此冷卻機制之第一集合370b,f將在低於玻璃之熔融溫度($T_{\text{玻璃}}$)的溫度下提供以產生冷卻通道且增加經誘導應力之幅度。此冷卻機制之第一集合370b,f將與機制370a,e之薄或冷卻通道對準。亦可需要在FDM之出口處維持應力(壓縮或拉伸)帶以用於裂紋起始且允許裂紋之上游傳播。該種例示性第一冷卻機制一般應在裂紋起始之前操作且可接著在必要時保持操作。一般地，玻璃轉化溫度介於約 630°C 至約 830°C 範圍內。設定區一般為自玻璃轉化溫度起約 $\pm 65^{\circ}\text{C}$ ，因此，來自冷卻機制之第一集合的氣體之溫度應低於玻璃溫度約 100°C ，該玻璃溫度在冷卻機制之第一集合處為約 650°C 至約 950°C 。冷卻機制之第二集合370c,g可接著與冷卻通道對準且可在玻璃轉化溫度之位置處具備上部邊界且在玻璃轉化溫度下游任何位置處具備下部邊界(例如關於下拉融合成形，此位置可為下游設定區邊界之 $\pm 100\text{ mm}$)。此冷卻機制之第二集合370c,g將在低於玻璃之熔融溫度(T

玻璃)的溫度下提供以操作誘導應力且可用於在規定位置處停止裂紋。該種例示性第二冷卻機制一般應在例示性玻璃製造系統之操作期間一直操作。額外機制(機械或其他方面)可在例示性加熱及冷卻機制370下游用於使分離之珠粒移位至藉由玻璃帶形成之平面外部以避免任何帶邊緣損壞且避免歸因於下游操作之珠粒移動。此等額外機制應在裂紋起始之後激活且接著保持一直操作，且在一些實施例中可置於冷卻機制之第二集合下游約500 mm至1000 mm。

【0040】在額外實施例中，在一些實施例中，可提供加熱機制之第一集合370a,e，其具有接近根部之上部邊界及在根部下方約25 mm至約100 mm之下部邊界。在一些實施例中，此上部邊界可在根部上方約100 mm，因為一些實驗已顯示在根部周圍之例示性位置可自玻璃表面轉移能量至整個厚度且可用於有效地使玻璃變薄。此加熱機制之第一集合將在高於玻璃之熔融溫度($T_{\text{玻璃}}$)的溫度下提供以降低玻璃帶之黏度且使玻璃帶在其所選部分中變薄。此外，此加熱機制之第一集合可能用於在玻璃帶中產生薄通道，該薄通道將在黏彈性區域下方誘導低幅度殘餘壓縮應力且可垂直地引導或控制裂紋傳播且可約束裂紋。該等例示性加熱機制一般應在例示性玻璃製造系統之操作期間一直操作。此加熱機制一般可用於引起變薄且若其使用氣體，則氣體溫度應在約150,000泊之流動黏度下高於玻璃溫度至少100℃至高

於玻璃溫度至少 200°C 或對於具有約 $140,000$ 泊黏度之玻璃而言，溫度範圍應為約 1040°C 至 1240°C 。冷卻機制之集合 370 b, f 可接著具備在上部設定區邊界上游約 300 mm 或在加熱機制 370 a, e 下游約 200 mm 之上部邊界，以進一步下游為準，且可具備在該區開始之處下游約 300 mm 之下部邊界。一般地，設定區之位置取決於帶冷卻速率。此冷卻機制之集合 370 b, f 將在低於玻璃之熔融溫度 ($T_{\text{玻璃}}$) 的溫度下提供以產生冷卻通道且增加經誘導應力之幅度。此冷卻機制之第一集合 370 b, f 將與機制 370 a, e 之薄或冷卻通道對準。亦可需要在 FDM 之出口處維持應力 (壓縮或拉伸) 帶以用於裂紋起始且允許裂紋之上游傳播。該等例示性冷卻機制一般應在裂紋起始之前操作且可接著在必要時保持操作。一般地，玻璃轉化溫度介於約 630°C 至約 830°C 範圍內。設定區一般為自玻璃轉化溫度起約 $\pm 65^{\circ}\text{C}$ ，因此，來自冷卻機制之集合的氣體之溫度應低於玻璃溫度約 100°C ，該玻璃溫度在冷卻機制之集合處為約 650°C 至約 950°C 。加熱機制之第二集合 370 c, g 可接著定位於冷卻通道之兩側且可在玻璃轉化溫度之位置處具備上部邊界且在玻璃轉化溫度下游任何位置處具備下部邊界 (例如關於下拉融合成形，此位置可為下游設定區邊界之 $\pm 100\text{ mm}$)。此加熱機制之第二集合 370 c, g 將在高於 (例如 100°C 或更高) 玻璃之熔融溫度 ($T_{\text{玻璃}}$) 的溫度下提供以操作誘導應力且可用於在規定位置處停止裂紋。該等例示性第二

加熱機制一般應恰在裂紋起始之前激活且在例示性玻璃製造系統之操作期間保持一直操作。額外機制(機械或其他方面)可在例示性加熱及冷卻機制370下游用於使分離之珠粒移位至藉由玻璃帶形成之平面外部以避免任何帶邊緣損壞且避免歸因於下游操作之珠粒移動。此等額外機制應在裂紋起始之後激活且接著保持一直操作，且在一些實施例中可置於冷卻機制之第二集合下游約500 mm至1000 mm。

【0041】 在其他實施例中，可提供加熱機制之集合370a,e，其具有接近根部之上部邊界及在根部下方約25 mm至約100 mm之下部邊界。在一些實施例中，此上部邊界可在根部上方約100 mm，因為一些實驗已顯示在根部周圍之例示性位置可自玻璃表面轉移能量至整個厚度且可用於有效地使玻璃變薄。此加熱機制將在高於玻璃之熔融溫度($T_{\text{玻璃}}$)的溫度下提供以降低玻璃帶之黏度且使玻璃帶在其所選部分中變薄。此外，此加熱機制可能用於在玻璃帶中產生薄通道，該薄通道將在黏彈性區域下方誘導低幅度殘餘壓縮應力。該種例示性加熱機制一般應在例示性玻璃製造系統之操作期間一直操作。此加熱機制一般可用於引起變薄且若其使用氣體，則氣體溫度應在約150,000泊之流動黏度下高於玻璃溫度至少100℃至高於玻璃溫度至少200℃或對於具有約140,000泊黏度之玻璃而言，溫度範圍應為約1040℃至1240℃。冷卻機制之集合370b,f可接著具備在上

部設定區邊界上游約300 mm或在加熱機制370 a, e下游約200 mm之上部邊界，以進一步下游為準，且可具備在該區開始之處下游約300 mm之下部邊界。一般地，設定區之位置取決於帶冷卻速率。此冷卻機制之集合370 b, f將在低於玻璃之熔融溫度($T_{\text{玻璃}}$)的溫度下提供以產生冷卻通道且增加經誘導應力之幅度。亦可需要在FDM之出口處維持應力(壓縮或拉伸)帶以用於裂紋起始且允許裂紋之上游傳播。該等例示性冷卻機制一般應在裂紋起始之前操作且可接著在必要時保持操作。一般地，玻璃轉化溫度介於約630 °C至約830 °C範圍內。設定區一般為自玻璃轉化溫度起約+/- 65 °C，因此，來自冷卻機制之集合的氣體之溫度應低於玻璃溫度約100 °C，該玻璃溫度在冷卻機制之集合處為約650 °C至約950 °C。額外機制(機械或其他方面)可在例示性加熱及冷卻機制370下游用於使分離之珠粒移位至藉由玻璃帶形成之平面外部以避免任何帶邊緣損壞且避免歸因於下游操作之珠粒移動。此等額外機制應在裂紋起始之後激活且接著保持一直操作，且在一些實施例中可置於冷卻機制之第二集合下游約500 mm至1000 mm。

【0042】 在一些實施例中，不使用加熱機制；然而，冷卻機制之第一集合370 b, f可具備在上部設定區邊界上游約300 mm或在該區開始之處下游約300 mm之上部邊界。一般地，設定區之位置取決於帶冷卻速率。此冷卻機制之第一集合370 b, f將在低於玻璃之熔融溫度

($T_{\text{玻璃}}$) 的溫度下提供以產生冷卻通道且增加經誘導應力之幅度。此冷卻機制之第一集合亦可用於垂直地引導裂紋傳播且約束裂紋。該種例示性第一冷卻機制應在例示性玻璃製造系統之操作期間保持一直操作。一般地，玻璃轉化溫度介於約 630°C 至約 830°C 範圍內。設定區一般為自玻璃轉化溫度起約 $\pm 65^{\circ}\text{C}$ ，因此，來自冷卻機制之第一集合的氣體之溫度應低於玻璃溫度約 100°C ，該玻璃溫度在冷卻機制之第一集合處為約 650°C 至約 950°C 。冷卻機制之第二集合 370 c, g 可接著與殘餘應力通道對準且可在玻璃轉化溫度之位置處具備上部邊界且在玻璃轉化溫度下游任何位置處具備下部邊界(例如關於下拉融合成形，此位置可為下游設定區邊界之 $\pm 100\text{ mm}$)。此冷卻機制之第二集合 370 c, g 將在低於玻璃之熔融溫度($T_{\text{玻璃}}$)的溫度下提供以操作誘導應力且可用於在規定位置處停止裂紋。該種例示性第二冷卻機制一般應在例示性玻璃製造系統之操作期間一直操作。額外機制(機械或其他方面)可在例示性冷卻機制 370 下游用於使分離之珠粒移位至藉由玻璃帶形成之平面外部以避免任何帶邊緣損壞且避免歸因於下游操作之珠粒移動。此等額外機制應在裂紋起始之後激活且接著保持一直操作，且在一些實施例中可置於冷卻機制之第二集合下游約 500 mm 至 1000 mm 。

【0043】 在其他實施例中，冷卻機制之集合 370 b, f 可具備在上部設定區邊界上游或在該區開始之處下游約

200 mm 之上部邊界。一般地，設定區之位置取決於帶冷卻速率。此冷卻機制之集合 370 b, f 將在低於玻璃之熔融溫度 ($T_{\text{玻璃}}$) 的溫度下提供以產生冷卻通道且增加經誘導應力之幅度。此冷卻機制之集合亦可用於垂直地引導裂紋傳播且約束裂紋。該種例示性第一冷卻機制應在例示性玻璃製造系統之操作期間保持一直操作。一般地，玻璃轉化溫度介於約 630 °C 至約 830 °C 範圍內。設定區一般為自玻璃轉化溫度起約 ± 65 °C，因此，來自冷卻機制之集合的氣體之溫度應低於玻璃溫度約 100 °C，該玻璃溫度在冷卻機制之集合處為約 650 °C 至約 950 °C。加熱機制之集合 370 c, g 可接著與殘餘應力通道對準或置於殘餘應力通道之兩側且可在玻璃轉化溫度之位置處具備上部邊界且在玻璃轉化溫度下游任何位置處具備下部邊界(例如關於下拉融合成形，此位置可為下游設定區邊界之 ± 100 mm)。此加熱機制之集合 370 c, g 將在高於(例如 100 °C 或更高)玻璃之熔融溫度 ($T_{\text{玻璃}}$) 的溫度下提供以操作誘導應力且可用於在規定位置處停止裂紋。該種例示性加熱機制一般應在例示性玻璃製造系統之操作期間一直操作。額外機制(機械或其他方面)可在例示性冷卻及加熱機制 370 下游用於使分離之珠粒移位至藉由玻璃帶形成之平面外部以避免任何帶邊緣損壞且避免歸因於下游操作之珠粒移動。此等額外機制應在裂紋起始之後激活且接著保持一直操作，且在

一些實施例中可置於冷卻機制之第二集合下游約 500 mm 至 1000 mm。

【0044】 玻璃為脆性材料，其中彈性斷裂力學適用。當藉由推進裂紋所釋放之能量大於產生新的表面積所需之能量時，裂紋在該等材料中傳播。此概念可藉由利用應力強度因子及斷裂韌度而用於本文所示之實施例中。應力強度因子可由該材料之彈性特性、幾何形狀及裝載量計算且概述了在裂紋之尖端附近的應力條件。第6圖為在經受均勻拉伸應力 σ 之樣本中長度 a 之穿透裂紋的示意圖。針對第6圖中所示之情形之應力強度因子可在以下等式中作為 K_I (應力 * 長度) 提供。

$$K_I = 1.12\sigma\sqrt{\pi a} \tag{1}$$

【0045】 斷裂韌度 K_{Ic} 為描述對裂紋之抗性的材料特性。當以上 K_I 超過 K_{Ic} 時，裂紋傳播。然而，已發現裂紋可藉由改變應力分佈，使得 K_I 降至低於 K_{Ic} 而停止。第7圖為樣本之裂紋停止之示意圖。如第7圖中所示，藉由虛線表示之裂紋在座標系統起點處終止，且壓縮應力通道由如下給出之溫度場產生：

$$\Delta T(y) = \Delta T_{max} \exp\left[-4\ln(2)\frac{y^2}{w^2}\right] \tag{2}$$

其中 ΔT_{max} 表示該通道中之最大溫度改變且 w 表示其半最大寬度。應注意，術語「通道」在本文中一般用作玻璃帶之一部分。此部分可為表面積或亦可為其中應力不同於主體玻璃帶之應力的體積。該等溫度分佈可引起

類似於熔合成形製程中藉由冷卻設定區上方之窄條而產生之應力的應力。在第 7 圖中所示之組態中且使用來自等式(2)之 $\Delta T(y)$ ，可藉由有限要素模型測定 K_1 且藉由以下關係求近似值：

$$K_1 = \frac{1.45}{m^{3/2}} E w \alpha \Delta T_{max} \tag{3}$$

其中 E 表示玻璃之楊氏模數， α 表示玻璃熱膨脹係數，且 m 表示 1 公尺。不同於等式(2)之溫度分佈函數形式亦可經測定，但仍可取決於具有類似形式但具有不同常數之等式(3)中的座標 y 結果($\Delta T(y)$)。

【0046】應注意，應力通道之寬度及幅度為裂紋是否傳播之因素且由以上關係可觀察到可藉由降低 ΔT_{max} 使 K_1 降至低於 K_{1c} 。在其他實施例中，局部冷卻可用於在第7圖中所描繪之組態中降低 K_1 。在其他實施例中，玻璃板中之溫度可藉由向以下關係中添加局部冷卻貼片或區域之效應來調節：

$$\Delta T(x,y) = \Delta T_{max} \exp\left[-4\ln(2)\frac{y^2}{w^2}\right] - \Delta T_{cool} \exp\left[-4\ln(2)\frac{y^2}{w_{cool}^2} - 1.207\frac{(|x-d|)^{0.8}}{h^{0.5}}\right] \tag{4}$$

其中 $w_{冷卻}$ 表示在 y 方向中冷卻貼片/區域之寬度， d 表示該貼片/區域之 x 座標中心，且 h 表示在 x 方向中該貼片/區域之寬度。可選擇指數 0.8 以對熔合或其他玻璃成形製程中來自例示性噴嘴、燃燒器或噴射器之熱轉移求近似值。例如，在熔合製程中，玻璃板在正 x 方向中移動，因此當 $x > d$ 時可選擇 h 之值為 130 mm 且當 $x \leq d$ 時可選擇 h 之值為 15 mm。該種公式可允許探查在一

些實施例中如何冷卻可用於遏制、定位或停止在 - x 方向中傳播之裂紋。在其他實施例中，當 $K_{Ic} < K_I$ 時，可發生裂紋定位或停止。一些例示性氧化物玻璃之斷裂韌度可近似為 $K_{Ic} = 0.8 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{0.5}$ 。參考第 7 圖及下表 1，在 $E = 73.6 \text{ GPa}$ 及 $\alpha = 3.60 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 下關於各種參數組合及實施例提供應力強度因子。當然，此等應力強度因子不應限制隨附申請專利範圍之範圍，因為應力強度因子之各值可使用有限要素分析用自等式(4)應用之 $\Delta T(x, y)$ 及表 1 中之參數測定。

表 1

情形	ΔT_{max} , °C	w, mm	$\Delta T_{\text{冷卻}}$, °C	W _{冷卻} , mm	-d, mm	K_I , MPa·m ^{0.5}
1	130	20	0	0	0	1.03
2	130	20	50	10	600	1.03
3	130	20	50	10	500	0.98
4	130	20	50	10	400	0.93
5	130	20	50	10	300	0.87
6	130	20	50	10	200	0.81
7	130	20	50	10	100	0.77
8	130	20	50	20	100	0.58
9	130	20	75	20	100	0.30
10	130	20	25	20	100	0.80

【0047】 參考表 1，所提供之實驗或情形說明裂紋可在無冷卻下(情形 1)傳播，但當在例如情形 6 至 10 中應用冷卻時可定位或停止。在其他實施例中，進行生產規模情形且可在第 8 圖中加以觀察。第 8 圖為一系列應力圖，該等圖展示玻璃帶上在特定提升下之冷卻以產生殘餘應力及針對裂紋定位或停止在各種位置之冷卻或加熱。參考第 8 圖，在垂直方向中之正應力在數種加熱及冷卻組態

下(例如，350 μm 高冷卻、P3 冷卻、P3 加熱、P5 冷卻、P5 加熱)繪製曲線。此等組態以距成形容器之根部的距離(mm)量測。在第8圖中，可觀察到殘餘應力通道之加熱及冷卻可有效地降低該通道中之壓縮應力的幅度以有效地導引裂紋。此外，發現在壓縮殘餘應力通道中及其附近之加熱亦可在一些實施例中有效地定位或停止裂紋傳播。上文用於分析冷卻之相同公式亦可藉由改變 $\Delta T_{冷卻}$ 之符號而用於分析加熱，其中結果顯示於下表2中。

表 2

情形	ΔT_{max} , ℃	w ,mm	$\Delta T_{冷卻}$, ℃	W _{冷卻} , mm	-d , mm	K_I ,MPa*m ^{0.5}
11	130	20	20	100	40	0.96
12	130	20	20	100	30	0.79
13	130	20	20	100	20	0.60
14	130	20	20	75	40	1.00
15	130	20	20	75	30	0.85
16	130	20	20	75	20	0.67

【0048】 參考表2，可觀察到較寬加熱區可在一些實施例中更有效地降低 K_I 且裂紋可更接近加熱區而非冷卻區定位或停止。

【0049】 亦已發現在一些實施例中，玻璃帶上壓縮應力通道附近區域之加熱可藉由不同於冷卻之機制定位或停止裂紋。雖然發現冷卻可直接地降低引起裂紋傳播之壓縮應力，但在壓縮應力通道附近相同區域之加熱可在垂直於壓縮應力通道之方向中引起壓縮應力。在垂直於該通道之方向中的此壓縮應力可引起裂紋停止，使得其不再傳播。當然，本文所述之實施例可採用單獨或合起

來之冷卻及加熱以停止裂紋。如本文已用實驗方法證實及論述，垂直裂紋可在玻璃帶中經起始、傳播及定位或停止。此可針對單一玻璃板，針對層合玻璃帶(即使層合物之核心可呈拉伸狀態)及針對玻璃網發生。玻璃帶或板、網或層合物之例示性厚度可介於約0.01 mm至約5 mm、約0.1 mm至約3 mm、約0.1 mm至約2 mm、約0.1 mm至約1 mm、約0.1 mm至約0.7 mm、約0.1 mm至約0.5 mm範圍內及其間所有子範圍內。

【0050】亦使用全量程FDM進行額外實驗，藉此基於成形氣體燃燒器(H_2/N_2 5/95混合物)之加熱器用於局部地再加熱壓縮應力通道兩側之基板。第9圖為展示針對裂紋定位或停止燃燒器之熱模型的圖。第10圖為用裂紋定位或停止燃燒器對玻璃帶之熱-機械圖形分析。參考第9圖及第10圖，可觀察到燃燒器火焰對流動玻璃帶之熱影響。例如，在第10圖中，關於其中燃燒器無效之基礎情形(上部圖)相對其中燃燒器有效之實驗情形(下部圖)提供結果。如可觀察，裂紋在基礎情形中生成(例如，壓縮應力帶幅度足夠大使得 K_I 超過 K_{Ic})，而在實驗情形中，當燃燒器經激活時，在裂紋之尖端及其周圍區域生成之拉伸應力經調節為壓縮應力，隨後定位或停止裂紋。

【0051】關於玻璃帶之裂紋起始及/或變薄，第11圖為一系列圖，該等圖說明玻璃帶中歸因於其側面變薄之溫度差異及誘導殘餘應力。參考第4圖及第11圖，冷卻或加熱噴嘴、噴射器、雷射、IR加熱器、燃燒器370a-h

或其類似物可用於使玻璃帶304之一部分305『變薄』。第11圖說明使用來自噴嘴370a-h之出口氣體使玻璃帶變薄之效應，藉此在薄區域或通道中之溫度較低，由此產生壓縮殘餘應力。如可觀察，在帶中產生之應力差異可集中，其可用於單獨在玻璃帶中起始裂紋或亦可與用於起始之機械構件一起使用。所供應之氣體可在約20℃至約1700℃範圍內、約500℃至約1700℃範圍內、約700℃至約1700℃範圍內、約750℃至約850℃範圍內、約850℃至約1450℃範圍內、約1450℃至約1700℃範圍內及其間所有子範圍內之溫度下提供。所供應之氣體亦可在約+/- 0.1℃至約900℃之間及其間所有範圍及子範圍之與連續玻璃帶的溫度差異(高於或低於)下提供。當然，所供應之氣體的溫度將可取決於各別噴嘴所需之功能，亦即裂紋起始、裂紋傳播或裂紋定位或停止。例如，在一些實施例中，加熱機制之氣體溫度應在約150,000泊之流動黏度下高於玻璃溫度至少100℃至至少200℃。在具有約140,000泊黏度之玻璃中，加熱機制之氣體溫度應介於約1040℃至1240℃之間範圍內。該等溫度及溫度差異可藉由例示性實施例用於在約0.1 MPa至大於約50 MPa之間、在約1 MPa與約25 MPa之間或在約5 MPa與約20 MPa之間及其間所有子範圍內調節(例如降低)玻璃帶中之壓縮應力。雖然實施例迄今已提及玻璃帶，但隨附申請專利範圍不應如此受限，因為實施例可適用於層合結構(例如，具有一或多個

鍍層、玻璃網或其類似物之核心)。例如，第12圖為另一系列圖，該等圖說明玻璃層合帶中歸因於其側面變薄之溫度差異及誘導殘餘應力。參考第12圖，可觀察到在層合玻璃帶之第一牽引機提升中在薄區域處冷卻之效應，藉此左圖說明歸因於變薄區域中之冷卻的溫度差異，且右圖及中間圖說明由於該溫度差異引起之應力。由例示性實施例誘導之該等高壓縮應力可用於起始裂紋且允許裂紋傳播，由此分離非所需珠粒。第13圖及第14圖為層合帶中之壓縮應力的圖。參考第13圖及第14圖，可在預定區域、通道或部分305中觀察到高壓縮應力，其中裂紋在例示性FDM 350中經起始且向上傳播，由此分離珠粒。裂紋可接著在FDM 350中經由選擇性利用額外冷卻及/或加熱噴嘴、燃燒器或噴射器370而得到遏制，從而引起連續玻璃帶之持續珠粒分離過程。

【0052】 因此，在一些實施例中，冷卻可藉由以下等式描述

$$\frac{\partial T}{\partial y} = \frac{h}{tU\rho C_p}(T - T_a) \quad (5)$$

其中 T 表示玻璃溫度， y 表示帶上之垂直座標， ρ 表示密度， C_p 表示熱容量， t 表示厚度， U 表示垂直帶速度， h 表示熱轉移係數且 T_a 表示冷卻介質或氣體之溫度。參考等式(5)，確定殘餘應力產生直接與溫度梯度 $\partial T/\partial y$ 相關，且亦確定溫度改變與厚度成反比。因此，較高殘餘應力可在較薄玻璃中產生。應注意在一些實施例中，來自既定冷卻或加熱機制之殘餘應力可取決於玻璃厚度及

氣體速度之乘積，氣體速度與流動速率及寬度成比例。

【0053】 在一些實施例中，噴嘴、噴射器或燃燒器370可安裝於例示性FDM 350中，其中在黏彈性區域上方或其中(例如，帶中在牽引輥上方之部分中)使用衝擊玻璃表面之空氣射流產生壓縮應力通道。當然，噴嘴、噴射器或燃燒器370亦可置於玻璃帶之彈性區域中(例如，在牽引輥下方)，因此該種實例不應限制隨附申請專利範圍之範圍。例示性噴嘴370中之氣流可經調節以在帶上預定位置控制或定位或停止裂紋。例如，在一些實驗中，20 scfh之氣流在距噴嘴中心約50 mm處減慢前進中之裂紋且在距噴嘴中心約15 mm處停止。在該種提升下，裂紋傳播速度與帶速度匹配且裂紋穩定地定位。例示性氣流可介於約5 scfh至約50 scfh、約10 scfh至約30 scfh範圍內，及其間所有子範圍。預見空氣流連同氣體溫度以及各別噴嘴之位置可經調節以提供玻璃帶之適合變薄、玻璃帶中之壓縮應力的適合調節等，由此產生可控制且可定位裂紋。亦即，局部冷卻或加熱下拉(例如，沿著玻璃帶之長度)可使用例示性實施例調諧以在玻璃帶中起始、傳播、控制及定位或停止裂紋(垂直或水平)。

【0054】 因此，本文所述之實施例解決了與自玻璃帶(無論是否在熔合成形珠粒分離製程中)、自連續玻璃網、狹縫拉製、浮動、再拉製或自另一成形製程移除邊緣或珠粒有關之數種問題。一種該問題為裂紋尖端之位

置的穩定化。例如，即使裂紋尖端沿帶移動方向或垂直於該方向之小移動亦可引起來自輕微光滑表面之邊緣品質的降級。然而，較大移動可引起跨整個帶寬度進行之裂紋。本文所述之實施例可提供熱方法來調節裂紋尖端周圍之應力以穩定化其位置且改良裂紋尖端位置對該帶之機械干擾的穩固性。

【0055】 額外實施例可使用用於帶中之殘餘應力來引起裂紋傳播，而非對機械剪切或用於裂紋傳播之其他機械方法的任何利用。

【0056】 一些實施例在玻璃帶之變薄區域中使用集中冷卻，從而在該變薄區域中誘導高壓縮應力。藉由冷卻玻璃之薄區域引起的高殘餘應力可產生使珠粒在製造製程及設備中分離之條件或可用於提供水平玻璃分離。在其他實施例中，在玻璃轉化方案中之集中冷卻可凍結殘餘應力，該殘餘應力可接著促進裂紋之傳播以用於分離珠粒。然而，關於某些製程，凍結足以傳播裂紋以用於分離之高應力所需的冷卻量可不切實際且本文中已描述定位或停止該傳播之方法。當然，可對層合玻璃帶、單一玻璃帶、連續玻璃網及其類似物使用例示性實施例。

【0057】 使用本發明主題之實施例在例示性熔合拉製機(fusion draw machine; FDM)中分離珠粒可因此打開用於製造較高品質玻璃板之製程窗，因為玻璃帶之形狀可更穩定且扁平並且可使得產生具有改良屬性之產物的成形製程成為可能，該等屬性諸如壓實、彎曲、應

力等。此外，以該種方式分離珠粒亦可減少玻璃板上通常與習知珠粒分離方法(例如刻痕及打破)相關之黏附玻璃的量。

【0058】 具有含壓縮應力之區域、部分、通道或線路之玻璃帶的其他實施例亦可藉由調節該通道附近區域中之溫度來定位或停止在彼通道中向上傳播之裂紋。例如，加熱及/或冷卻可選擇性用於停止或定位傳播之裂紋。因此，在一些實施例中，在導引傳播之裂紋的壓縮應力通道內之冷卻可用於定位或停止裂紋，加熱壓縮應力通道及其周圍緊接著的區域可用於定位或停止裂紋，或加熱及冷卻可用於定位或停止傳播之裂紋。額外實施例可將裂紋尖端定位於有利之物理位置中以由此隔離傳播之裂紋以免干擾上游或下游帶移動。

【0059】 在一些實施例中，若在玻璃設定區內執行壓縮通道內之冷卻，則使用壓縮通道內之冷卻定位或停止裂紋亦可增強下游出現之任何殘餘壓縮應力。因此，在初始、最高位置可需要較少冷卻，從而使用相同冷卻設備允許較高玻璃流動速率。

【0060】 應注意，雖然一些實施例描述為可適用於熔合成形，但隨附申請專利範圍不應如此受限，因為可對具有殘餘應力帶之任何玻璃帶使用本文所述之方法、系統及設備，從而使裂紋傳播。

【0061】 應瞭解，各種所揭示實施例可涉及結合彼特定實施例描述之特定特徵、要素或步驟。亦應瞭解，特

定特徵、要素或步驟儘管相對於一個特定實施例描述，但可以各種未說明的組合或置換與替代實施例互換或組合。

【0062】亦應理解，如本文所用，術語「該(the)」或「一(a/an)」意謂「至少一個」且不應限於「僅一個」，除非明確指示為相反。因此，例如，除非上下文另外明確指示，否則提及「組分」包括具有兩種或兩種以上該等「組分」之實例。

【0063】本文中可將範圍表述為自「約」一個特定值，及/或至「約」另一特定值。當表述該種範圍時，實例包括自該一個特定值及/或至該另一特定值。類似地，當藉由使用先行詞「約」將值表述為近似值時，應理解特定值形成另一態樣。應進一步理解，各範圍之端點相對於另一端點而言及獨立於另一端點均有意義。

【0064】如本文所用之術語「實質」、「實質上」及其變化形式意欲指出所描述之特徵與值或描述相等或大致相等。此外，「實質上相似」意欲表示兩個值相等或大致相等。在一些實施例中，「實質上相似」可表示在彼此之約10%內的值，諸如在彼此之約5%內或在彼此之約2%內。

【0065】除非另外明確地說明，否則絕不意欲將本文中所闡述的任何方法解釋為需要其步驟以特定順序進行。因此，在方法請求項實際上未敘述其步驟所遵循之順序或在申請專利範圍或說明書中未另外明確說明步驟

應限於一特定順序的情況下，絕不意欲推斷任何具體順序。

【0066】 儘管可使用過渡片語「包含」來揭示特定實施例之各種特徵、要素或步驟，但應理解，其暗示替代實施例，包括可使用過渡片語「由.....組成」或「基本上由.....組成」描述的彼等實施例。因此，例如，包含 A + B + C 之設備的所暗示替代實施例包括其中設備由 A + B + C 組成之實施例及其中設備基本上由 A + B + C 組成之實施例。

【0067】 熟習此項技術者將顯而易知，可對本發明進行各種修改及變化而不悖離本發明之精神及範圍。因為熟習此項技術者可思及併入有本發明之精神及實質的所揭示實施例之修改、組合、子組合及變化，所以本發明應理解為包括所附申請專利範圍及其等效物的範圍內之一切事物。

【符號說明】

【0068】

100 成形體

101 入口管

102 上部槽形部分

103 槽

104 下部楔形部分

105 端帽

107 兩個相對成形面

- 1 0 9 根 部
- 1 1 1 玻 璃 帶
- 1 1 3 方 向
- 1 2 1 a 內 表 面
- 1 2 1 b 內 表 面
- 1 2 3 槽 底 部
- 1 2 5 a 槽 壁 / 堰
- 1 2 5 b 槽 壁 / 堰
- 1 2 7 a 外 表 面
- 1 2 7 b 外 表 面
- 1 2 9 a 楔 外 部 表 面
- 1 2 9 b 楔 外 部 表 面
- 3 0 0 例 示 性 玻 璃 製 造 系 統
- 3 0 1 根 部
- 3 0 4 玻 璃 帶
- 3 0 5 預 定 部 分 、 線 路 或 區 域
- 3 0 6 邊 緣 引 導 器 / 最 外 部 分 或 邊 緣
- 3 0 9 例 示 性 噴 嘴 、 燃 燒 器 或 噴 射 器 或 該 等 裝 置 之 陣 列
- 3 1 0 熔 融 容 器
- 3 1 2 箭 頭
- 3 1 4 熔 融 玻 璃
- 3 1 5 熔 融 至 澄 清 管
- 3 2 0 澄 清 容 器
- 3 2 5 澄 清 至 攪 拌 腔 室 連 接 管

3 2 7 位 準 探 測 立 管

3 3 0 攪 拌 腔 室

3 3 5 攪 拌 腔 室 至 鉢 連 接 管

3 4 0 鉢

3 4 5 下 導 管

3 5 0 熔 合 拉 製 機

3 5 5 入 口

3 6 0 成 形 體

3 6 5 牽 引 輥 總 成

3 7 0 噴 嘴 、 噴 射 器 或 燃 燒 器

3 7 0 a 冷 卻 或 加 熱 噴 嘴 、 燃 燒 器 、 雷 射 、 I R 加 熱 器 或 噴
射 器

3 7 0 b 冷 卻 或 加 熱 噴 嘴 、 燃 燒 器 、 雷 射 、 I R 加 熱 器 或 噴
射 器

3 7 0 c 冷 卻 或 加 熱 噴 嘴 、 燃 燒 器 、 雷 射 、 I R 加 熱 器 或 噴
射 器

3 7 0 d 冷 卻 或 加 熱 噴 嘴 、 燃 燒 器 、 雷 射 、 I R 加 熱 器 或 噴
射 器

3 7 0 e 冷 卻 或 加 熱 噴 嘴 、 燃 燒 器 、 雷 射 、 I R 加 熱 器 或 噴
射 器

3 7 0 f 冷 卻 或 加 熱 噴 嘴 、 燃 燒 器 、 雷 射 、 I R 加 熱 器 或 噴
射 器

3 7 0 g 冷 卻 或 加 熱 噴 嘴 、 燃 燒 器 、 雷 射 、 I R 加 熱 器 或 噴
射 器

3 7 0 h 冷 卻 或 加 熱 噴 嘴 、 燃 燒 器 、 雷 射 、 I R 加 熱 器 或 噴
射 器

3 7 1 入 口 或 進 料 管 線

3 7 2 最 接 近 端

3 7 3 噴 嘴 、 孔 或 噴 射 器

3 7 4 最 遠 端

【生物材料寄存】

【 0 0 6 9 】 國 內 寄 存 資 訊 (請 依 寄 存 機 構 、 日 期 、 號 碼 順 序 註 記)

無

【 0 0 7 0 】 國 外 寄 存 資 訊 (請 依 寄 存 國 家 、 機 構 、 日 期 、 號 碼 順 序 註 記)

無

【序列表】(請換頁單獨記載)

. 無

.

.

.

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種用於形成一玻璃帶之設備，其包含：

一成形體，該成形體包含在該成形體之一根部接合的會聚成形面，該成形體經組態以使熔融玻璃形成自該根部拉製之一連續移動玻璃帶；

一第一加熱或冷卻設備以在該連續移動玻璃帶中起始一垂直裂紋；

一第二加熱或冷卻設備以在該連續移動玻璃帶中定位或停止該經起始之裂紋；及

在該等第一及第二加熱或冷卻設備下游之一分離機制，該分離機制經組態以水平地將該連續移動玻璃帶分離為玻璃板。

【第2項】 一種用於形成一玻璃帶之設備，其包含：

一成形體，該成形體包含在該成形體之一根部接合的會聚成形面，該成形體經組態以使熔融玻璃形成自該根部拉製之一連續移動玻璃帶；

一第一加熱或冷卻設備以在流動方向中分離該連續移動玻璃帶；及

一第二加熱或冷卻設備以在該根部之前定位或停止該連續移動玻璃帶之分離。

【第3項】 一種用於形成一玻璃帶之設備，其包含：

一成形體，該成形體經組態以形成自其拉製之一連

續移動玻璃帶；

一第一加熱或冷卻設備以在該連續移動玻璃帶之一黏彈性區域中起始一裂紋；及

一第二加熱或冷卻設備以在該連續移動玻璃帶中定位或停止該經起始之裂紋。

【第4項】如請求項1-3中任一項所述之設備，其中該第二加熱或冷卻設備在該第一加熱或冷卻設備之下游。

【第5項】如請求項1-3中任一項所述之設備，其中該等第一及第二加熱或冷卻設備包含一噴嘴、一噴射器、一雷射、一IR加熱器及一燃燒器中之至少一者。

【第6項】如請求項1-3中任一項所述之設備，其中該連續移動玻璃帶在一第一溫度下並且其中該第一加熱或冷卻設備經組態以在低於該第一溫度之一第二溫度下遞送氣體至該連續移動玻璃帶。

【第7項】如請求項1-3中任一項所述之設備，其中該連續移動玻璃帶在一第一溫度下並且其中該第一加熱或冷卻設備經組態以在高於該第一溫度之一第二溫度下遞送氣體至該連續移動玻璃帶。

【第8項】如請求項1-3中任一項所述之設備，其中該連續移動玻璃帶具有在約0.01 mm至約5 mm之間之一厚度。

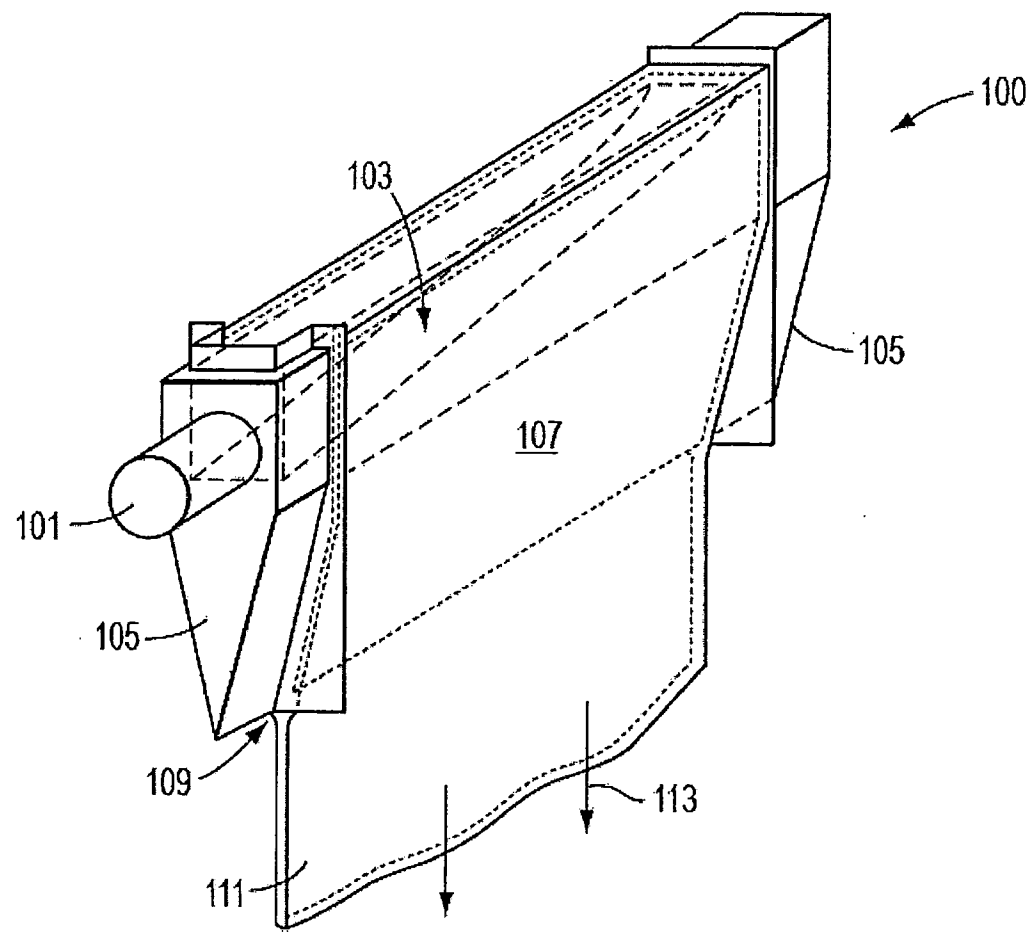
【第9項】 如請求項 1-3 中任一項所述之設備，其中該第二加熱機制定位於該根部下游約 2500 mm 與約 7500 mm 之間。

【第10項】 如請求項 1-3 中任一項所述之設備，其中該第一加熱機制定位於該第二加熱機制上游約 500 mm 與約 5500 mm 之間。

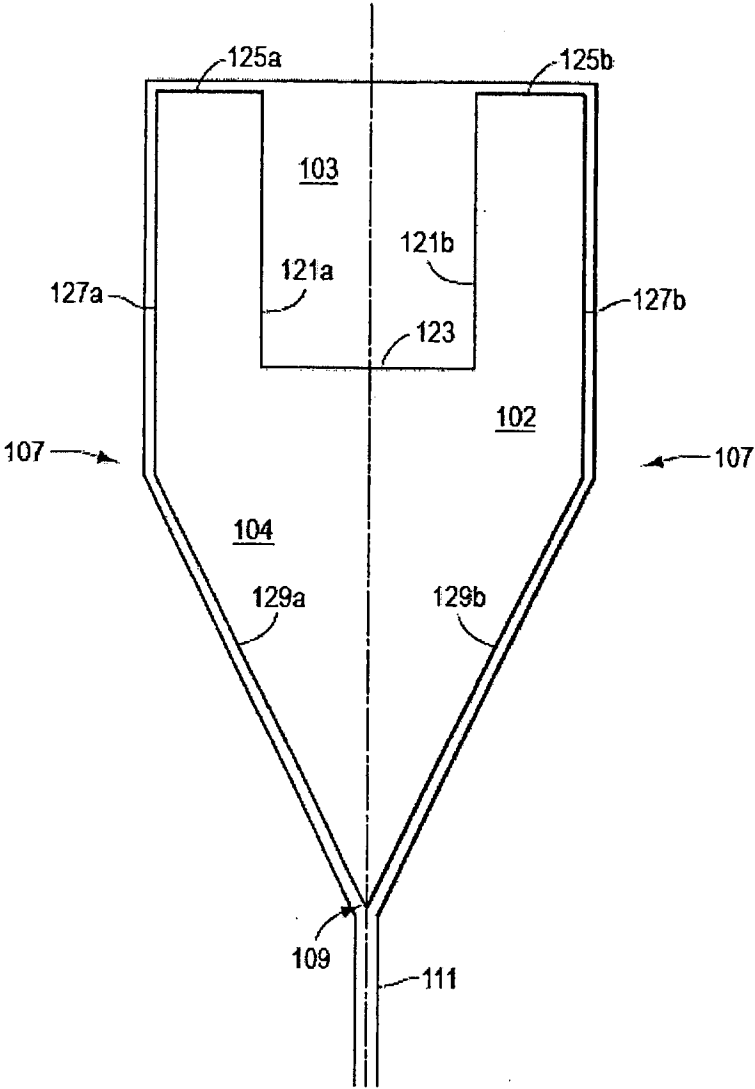
【第11項】 一種用於製造一玻璃帶之方法，該方法包含使用如請求項 1-3 中任一項所述之設備的步驟。

【第12項】 如請求項 1-3 中任一項所述之設備，其中該第一加熱或冷卻設備在該玻璃帶之一部分的上游，該部分在其各別玻璃轉化溫度下。

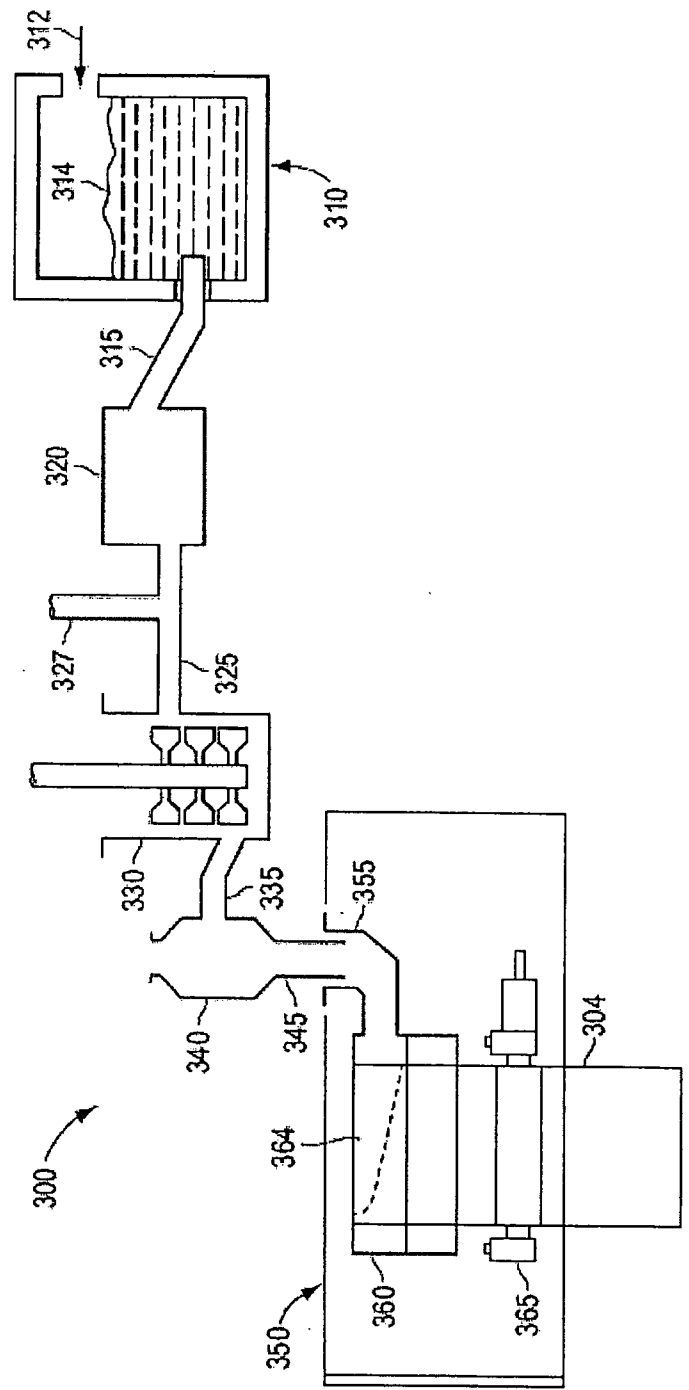
圖式



第1圖

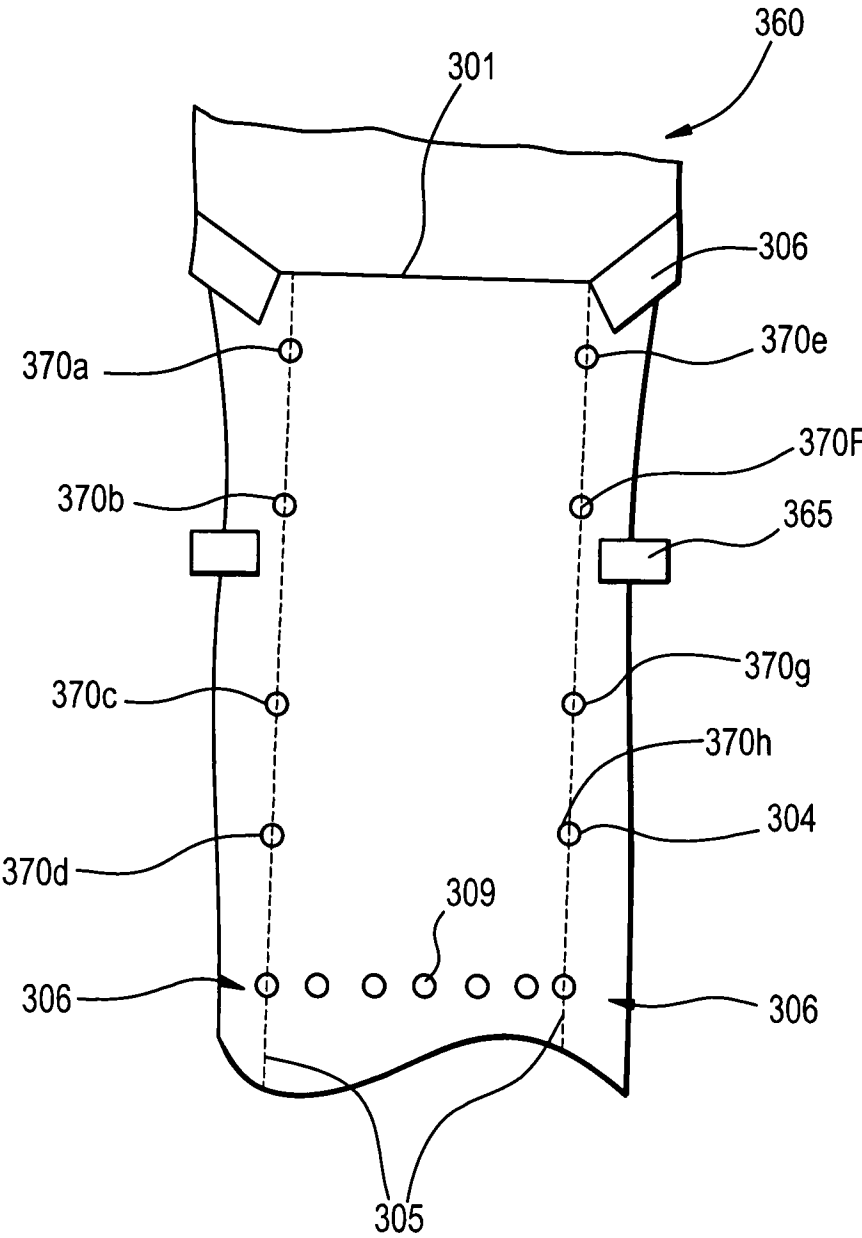


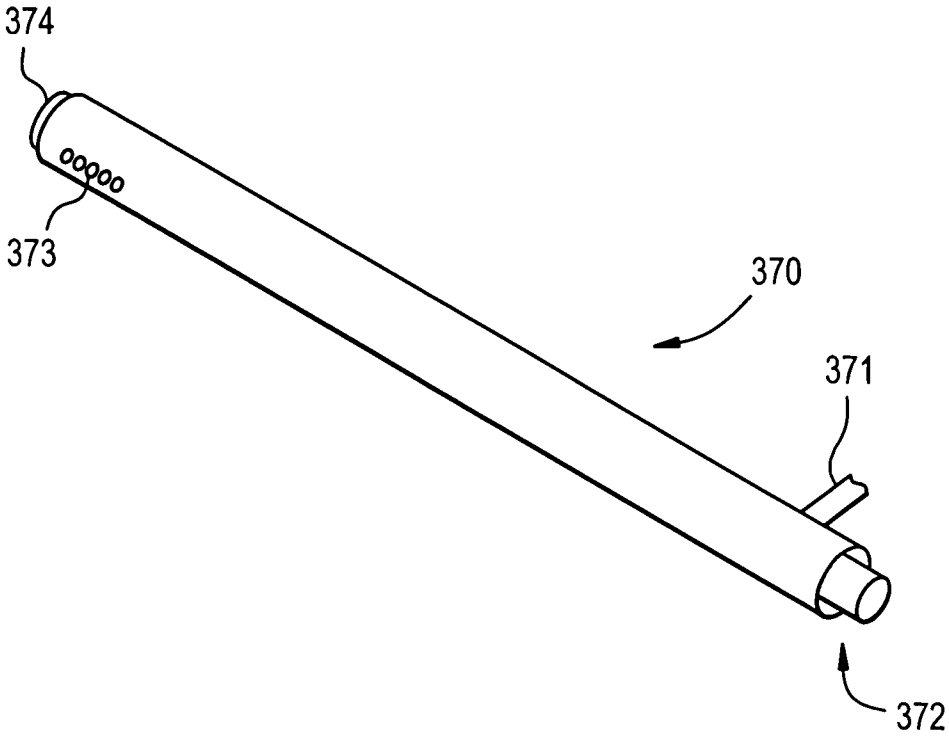
第2圖



第3圖

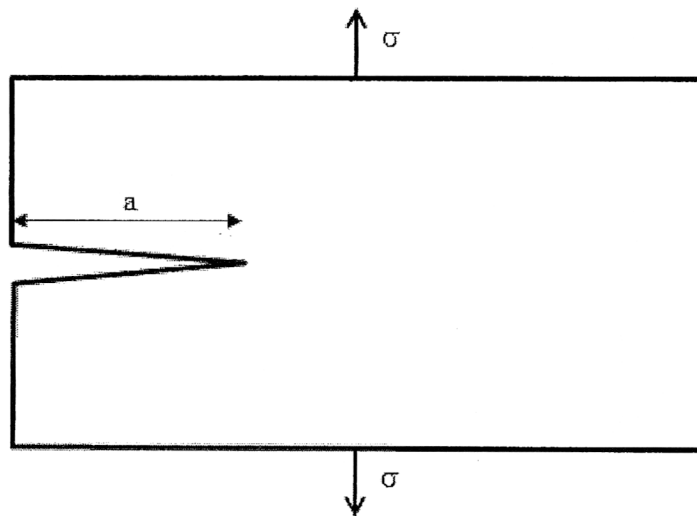
第4圖



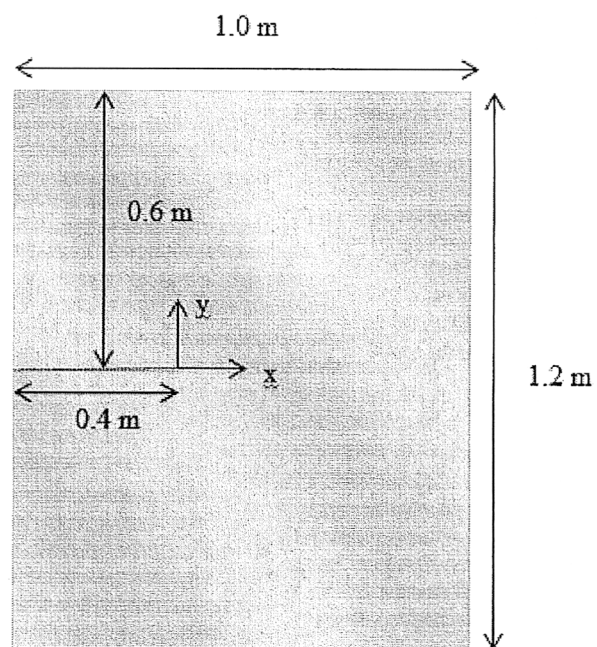


第5圖

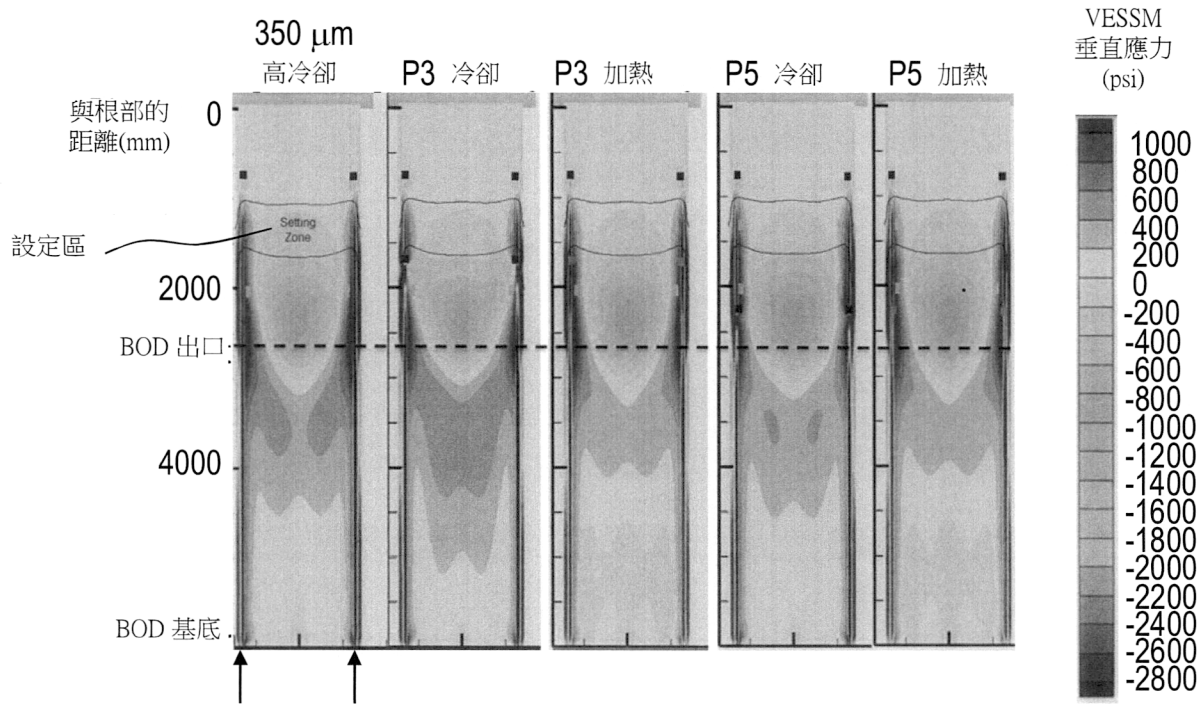
第6圖



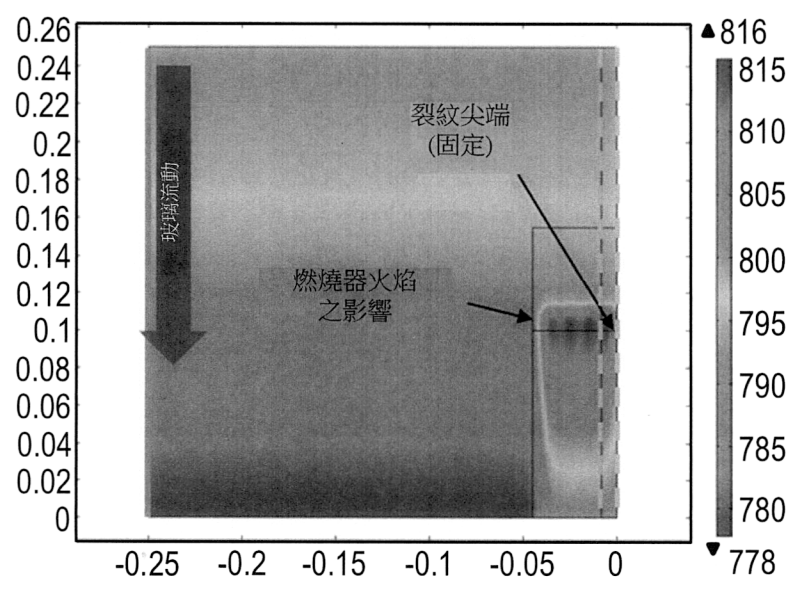
第7圖



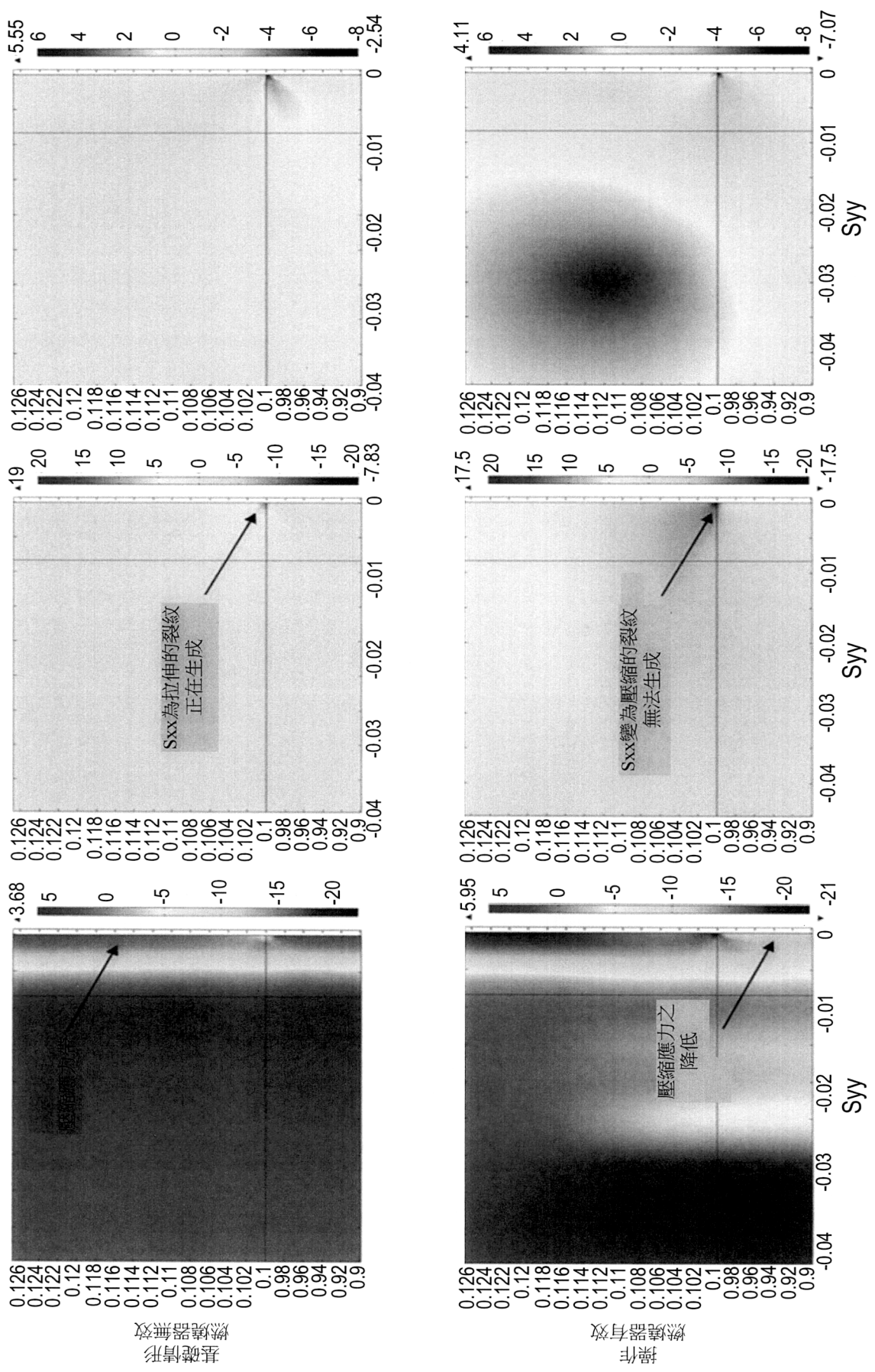
第8圖



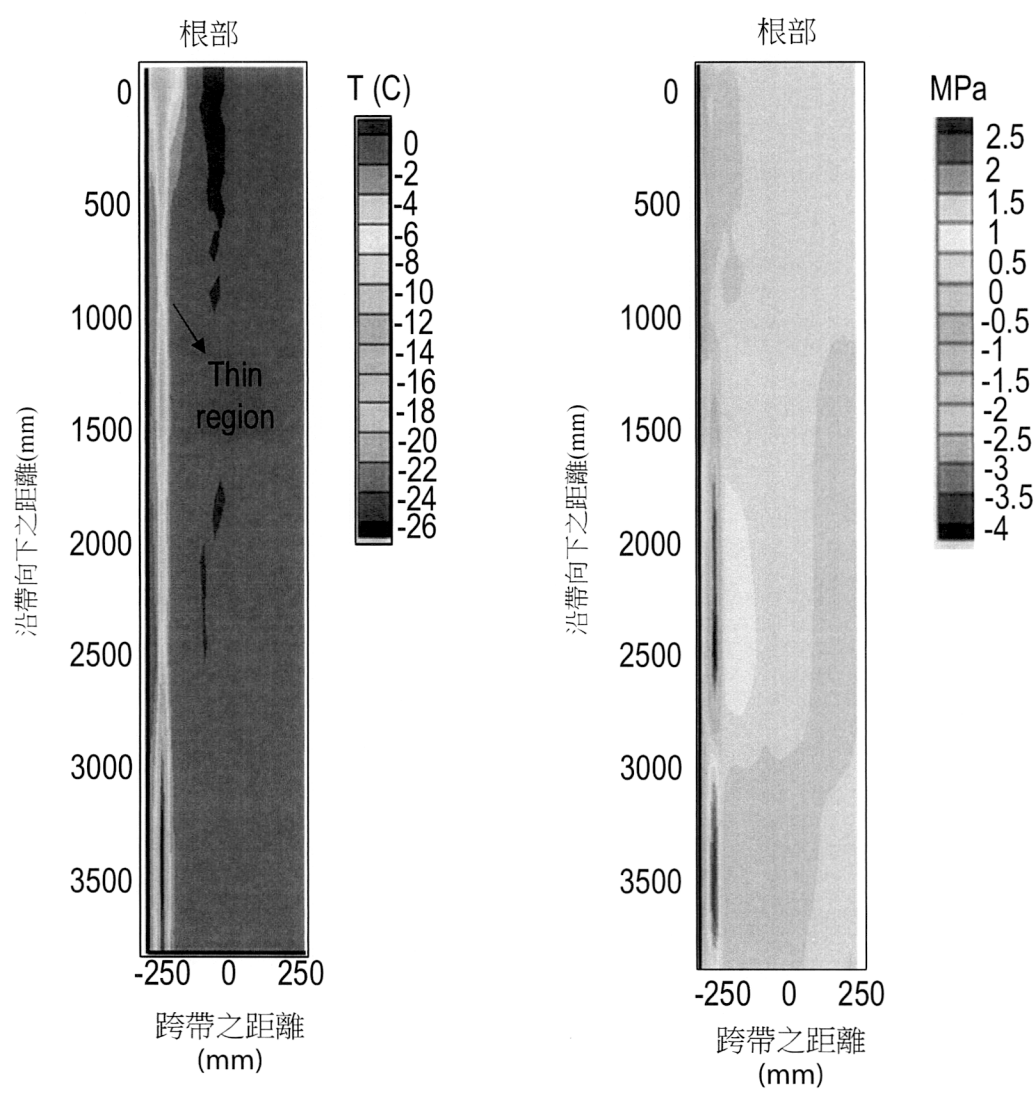
第9圖



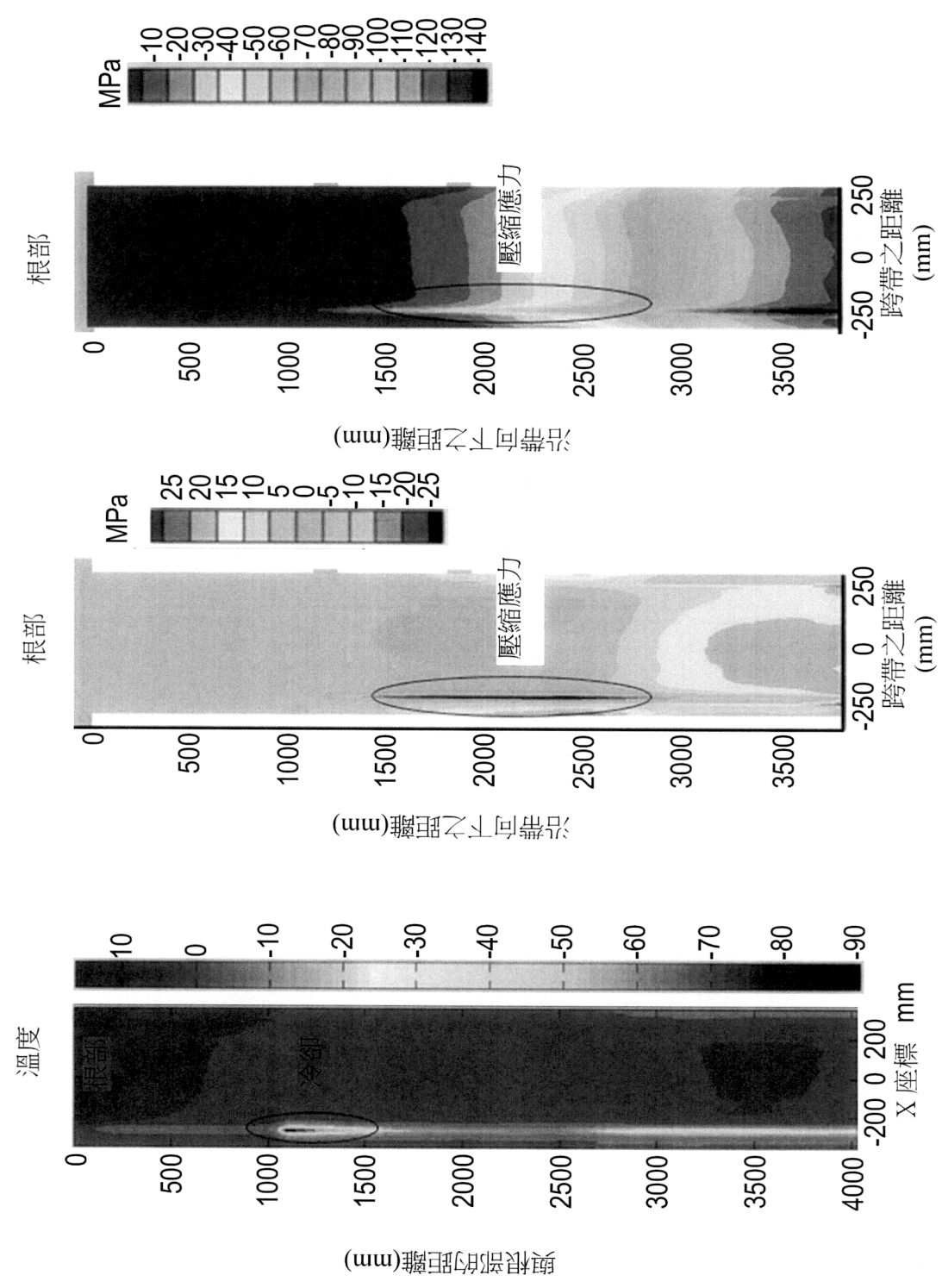
第10圖



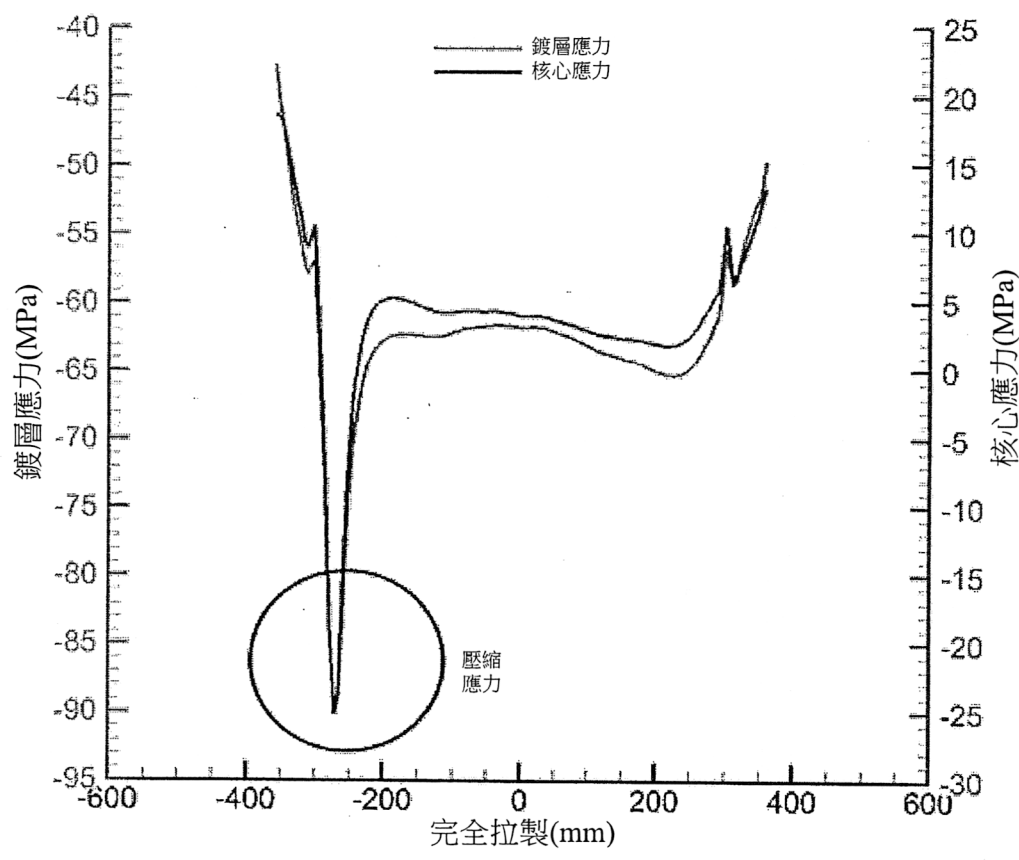
第11圖



第12圖



第13圖



第14圖

