



(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 I417262 B

(45)公告日：中華民國 102 (2013) 年 12 月 01 日

(21)申請案號：099138385

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 11 月 08 日

(51)Int. Cl. : C03B33/09 (2006.01) B23K26/38 (2006.01)

(30)優先權：2009/11/18 美國 12/621,068

(71)申請人：康寧公司 (美國) CORNING INCORPORATED (US)
美國(72)發明人：艾拉莫菲艾那托力艾那托耶菲奇 ABRAMOV, ANATOLI ANATOLYEVICH (US) ;
羅葳葳 LUO, WEIWEI (CN)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

(56)參考文獻：

EP	1690835A1	US	3773260
US	6732952B2	US	2004/0255599A1
US	2007/0140311A1	US	2008/0213978A1
US	2008/0276646A1		

審查人員：呂振榮

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：7 共 0 頁

(54)名稱

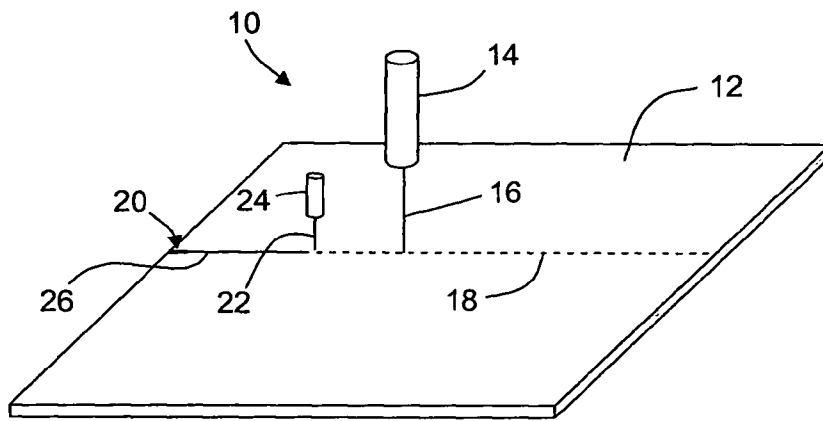
用來切割脆性材料的方法

METHOD FOR CUTTING A BRITTLE MATERIAL

(57)摘要

在此描述一種刻劃及/或分離一脆性材料的方法，該方法包含以一雷射沿著預定的路徑來加熱該脆性材料的表面，然後藉由噴嘴所形成的一冷卻液體流，例如水，來冷卻該被加熱表面。撞擊在該脆性材料表面上的冷卻液流部分係為一實質上的圓柱狀流動。

A method of scoring and/or separating a brittle material is described comprising heating a surface of the brittle material along a predetermined path with a laser, then quenching the heated surface with a stream of cooling liquid, such as water, formed by a nozzle. The portion of the cooling stream impinging on the surface of the brittle material is a substantially columnar flow.



第1圖

- 10 . . . 雷射刻劃及/
或切割設備
- 12 . . . 脆性材料
(片)
- 14 . . . 雷射
- 16 . . . 雷射光束/電
磁能量(光)束
- 18 . . . 預定路徑
- 20 . . . 現成裂痕
- 22 . . . 液流
- 24 . . . 噴嘴
- 26 . . . 裂縫

公告本

發明專利說明書

102 年 7 月 30 日修(更)正替換頁
P.1 - P.18

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫；惟已有申請案號者請填寫)

※ 申請案號：99138385

※ 申請日期：2010 年 11 月 8 日

※IPC 分類：C02B 33/09 (2006.01)

B22K 7/28 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

用來切割脆性材料的方法

METHOD FOR CUTTING A BRITTLE MATERIAL

二、中文發明摘要：

在此描述一種刻劃及/或分離一脆性材料的方法，該方法包含以一雷射沿著預定的路徑來加熱該脆性材料的表面，然後藉由噴嘴所形成的一冷卻液體流，例如水，來冷卻該被加熱表面。撞擊在該脆性材料表面上的冷卻液流部分係為一實質上的圓柱狀流動。

三、英文發明摘要：

A method of scoring and/or separating a brittle material is described comprising heating a surface of the brittle material along a predetermined path with a laser, then quenching the heated surface with a stream of cooling liquid, such as water, formed by a nozzle. The portion of the cooling stream impinging on the surface of the brittle material is a substantially columnar flow.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 1 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10 雷射刻劃及/或切割設備

12 脆性材料(片)

14 雷射

16 雷射光束/電磁能量(光)束

18 預定路徑

20 現成裂痕

22 液流

24 噴嘴

26 裂縫

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

本發明主張 2009 年 11 月 18 日所申請之美國專利申請案號 12/621,068 為優先權，在此所提及的該優先權文件內容、公開全文、專利以及專利文件以引用的方式併入本發明中。

【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於刻劃及/或分離脆性材料的方法，該脆性材料可為，例如玻璃或陶瓷材料。

【先前技術】

一種用來切割脆性材料的方法可包含在該脆性材料的表面製造機械性刻劃。該刻劃可產生與材料表面垂直的實質延伸的小裂縫，且有時候該小裂縫可被視為裂口裂縫(vent crack)或簡單的裂口(vent)。施加至刻劃線的應力可以展開該裂口，該應力例如為沿著刻劃線(以及必然沿著裂口裂縫)所產生的拉伸應力，使得裂口可延伸穿過材料的整個厚度，因而將材料分離為數個片段。可藉由例如彎曲材料來施加應力，因此經常以「刻劃及切段(score and snap)」的術語來意指此項技術。

該機械性刻劃及切段的方法(其中刻劃是藉由一硬質刻劃輪組(wheel)或劃片(scribe)的機械性應用所產生)會遭受到在脆性材料的表面以及在材料中某些有意義的深度上所產生的實質損害，因而在刻劃期間所出現的小裂

縫或所產生的碎屑會造成被分離片段的邊緣變的脆弱。

為了減輕這樣的損害，因此發展了雷射刻劃技術，其使用雷射光束來形成刻劃線，形成刻劃線之後再次施加應力。根據此項技術，藉由雷射光束可加熱脆性材料的表面。接著將冷卻液流施加至被加熱的玻璃上，且所伴隨產生的高應力能夠在脆性材料的表面上產生破裂(rupture)以及形成一裂口裂縫。在後續接著施加彎曲應力之後，便產生分離的動作。此項技術的變化包含所謂的整體分離(full body separation)，首先取代刻劃線的形成，藉由加熱以及冷卻就足以在沒有後續的彎曲應力施加下，產生能夠延伸穿過脆性材料的整體厚度的裂口。但儘管可以證明雷射刻劃是優於機械性刻劃，但雷射刻劃技術仍遭受不一致性的困擾，該不一致性大部分是因為冷卻階段所造成的。

【發明內容】

本發明揭露一種分離脆性材料(例如玻璃片)的方法。該方法使用雷射沿著預定的路徑來加熱該脆性材料，接著利用藉由噴嘴所產生的冷卻液流(例如水)來冷卻被加熱的預定路徑。該噴嘴能夠產生一至少約 30mm 的實質圓柱(亦即實質圓柱形的)液流，其最好超過 50mm。將該液流的圓柱狀部分的長度視為液流的同調長度(coherence length)。假如液流的同調部分沿著被加熱預

定路徑來接觸該脆性材料，將會發現可提高分離過程的一致性，例如刻劃或切割的筆直度、裂口深度的均勻性以及過程的再現性均可提高。

在一實施例中，在脆性材料中形成裂口裂縫的方法包含：以一雷射沿著預定路徑來加熱該脆性材料的表面、藉由噴嘴所分配的冷卻液體同調液流來冷卻被加熱的脆性材料表面，該液流包含等於或大於 50mm 的同調長度以及約為 70 微米至 150 微米的直徑，以及其中介於噴嘴孔口與脆性材料表面之間的工作距離是小於該液流的同調長度。

較佳地，藉由具有圓形對稱孔口的漸縮噴嘴 (convergent nozzle) 來形成冷卻液體的同調液流。在其他實施例中，藉由具有圓形對稱孔口的筆直壁狀流孔的噴嘴來形成冷卻液體的同調液流。介於噴嘴孔口與脆性材料表面之間的工作距離是大於 5mm，且在一些例子中可超過 50mm。

該脆性材料可為玻璃，且在一些實施例中為連續的玻璃條帶 (ribbon)，例如在熔融下拉過程 (fusion downdraw process) 中所產生的。

假如藉由機械應力的施加來分離該脆性材料，該裂口裂縫可包含一刻劃 (刻劃線)。在此例子中，藉由彎曲可沿著刻劃線產生拉伸應力，或是藉由在材料上施加線性力量來產生拉力 (舉例來說藉由施加一拉力)。

在其他例子中，在冷卻之後，該裂口裂縫可延伸穿過

脆性材料的整體厚度，因此將該脆性材料分離。

此方法的一些應用可包含分離玻璃條帶，其中該條帶具有超過 300°C 的溫度。該條帶可能為非平面，在此例子中，該液流的長工作距離(亦即，長同調長度)可在不需要調整噴嘴相對於條帶表面位置的情況下，允許進行切割及/或刻劃的動作。換言之，介於噴嘴孔口與脆性材料表面的距離是沿著預定路徑而改變，但對於已形成的裂口裂縫特徵不具有顯著的影響。

較佳地，在噴嘴中的冷卻液體壓力約為 0.35 kg/cm^2 至 0.7 kg/cm^2 。

在另一實施例中，揭露分離玻璃條帶邊緣的方法，其包含：形成一連續玻璃條帶，該連續玻璃條帶包含一黏性區以及一彈性區、以一雷射在彈性區中沿著預定路徑來加熱該連續玻璃條帶的表面。接著利用噴嘴所分配的冷卻液體同調液流來冷卻被加熱的預定路徑，該液流包含等於或大於 50mm 的同調長度以及約為 70 微米至約 150 微米的直徑，用以由連續玻璃條帶中將一邊緣分離出來。介於噴嘴孔口與連續玻璃條帶表面之間的工作距離是小於該液流的同調長度。

在一些例子中，在加熱之前，彈性區中的連續玻璃條帶的溫度約大於 300°C 。較佳地，介於噴嘴孔口與連續玻璃條帶表面之間的工作距離約大於 5mm 。較佳地，在噴嘴中的冷卻液體壓力約為 0.35 kg/cm^2 至 0.7 kg/cm^2 。該噴嘴較佳地包含一分散的圓形對稱流孔或一筆直壁狀

圓形對稱流孔。

一些實施例中，在彈性區中的連續玻璃條帶是非平面的。

藉由參考附圖，將能夠更容易瞭解本發明以及在一系列的後續說明描述(在沒有意指任何限制的方式下來提供)中本發明的其他物件、特徵、細節以及優點可變的更清晰。其意指，所有額外的系統、方法、特徵以及優點均包含在本發明描述中，落入本發明的範疇中以及藉由後續的申請專利範圍來保護之。

【實施方式】

在以下的實施方式中，為了達到說明以及非限制的目的，闡述揭露特殊細節的示例性實施例來提供對本發明的通盤瞭解。然而，本發明可在其他實施例(背離在此所揭露的特殊細節)中施行，其對於在此領域中具有通常知識以及可由本案揭露獲得利益之人而言是顯而易見的。並且，將省略已知裝置、方法以及材料的描述，因此不會混淆本發明的描述。最後，適用於任何情況，相同的元件符號代表相同的元件。

儘管雷射刻劃技術使用一雷射沿著預定路線來最初加熱該脆性材料，且其中在脆性材料上的被加熱區是立刻藉由冷卻流體來冷卻，這在該領域中已是習知的情況。然而，就所得到的邊緣強度來說，儘管雷射刻劃是優於

機械性刻劃技術，但雷射刻劃技術會遭受在裂口裂縫形成中的不一致性，此會造成裂口的偏移(在脆性材料表面上的裂口延伸方向中產生的非預期的變化)以及在橫切表面的方向中的裂口延伸的變化。更簡單地來說，就是裂口裂縫的深度會改變，造成最終被分離的獨立片段的邊緣表面的品質變化。這個不一致性可追溯為冷卻的性質。

第 1 圖所示為示例性雷射刻劃及/或切割設備 10，其用來刻劃或切割(亦即，整體切割)一脆性材料片 12，例如玻璃片、玻璃陶瓷或陶瓷，該設備包含雷射 14，其產生能夠沿著預定路徑 18 來輻射以及加熱一部分片材的電磁能量(光)束 16。在一些實施例中，該預定路徑是源自於形成在片材邊緣的現成裂痕(pre-existing flaw)20。接著利用由噴嘴 24 所排放的緊密接續的冷卻液流 22 來冷卻片材的被加熱區。加熱動作立刻緊接著快速的冷卻動作會在片材上造成高應力而驅使產生裂縫 26，例如藉由現成裂痕在片材中且沿著預定路徑來產生。

如第 2 圖所描述，藉由簡單噴嘴開口所產生的液流 22 至少會經歷幾個階段。假設為一圓形孔口，該液流開始為實質上的圓柱狀流體 28，在距離 L 上該圓柱狀流體 28 具有渦旋(turbulence)或表面退化(亦即，在液流表面處崩裂而導致產生單獨的液滴、表面波紋等。)以及微小的輸送空隙或是氣泡。

簡單噴嘴即代表一簡單圓形對稱的流孔。在第 3A 至

3C 圖中顯示三個簡單流孔。第 3A 圖說明一分散噴嘴 (divergent nozzle)²⁴，其中離開噴嘴孔口 30 的流體會立即橫切流孔 32，快速地以圓錐的形式擴張。第 3B 圖說明一筆直壁狀噴嘴 (straight walled nozzle)²⁴，其中流孔 32 的壁面實質上為平行。最後，第 3C 圖描述一漸縮噴嘴 (convergent nozzle)²⁴，其中在液體離開噴嘴孔口 30 之前，該液體最初會橫切流孔 32 的收縮圓錐狀部份。為了避免混淆，在此所使用的噴嘴是有關於形成液流的整體結構部份、流孔是描述緊鄰孔口的噴嘴部分 (由虛線圓圈 32 來表示)、以及孔口 30 是有關於出射瞳孔 (exit pupil) 的平面幾何形狀，而液體是由孔口 30 離開噴嘴，一般是選擇流孔的最窄部分作為孔口 30 且以直徑 D 來表示之。其亦可看出，在第 3A 至 3C 圖中的每一個噴嘴均包含一圓形孔口。第 3A 及 3C 圖說明一圓錐狀流孔，而第 3B 圖描述一圓柱狀孔口。對於筆直壁狀噴嘴而言，孔口與流孔是相同的。

再回到第 2 圖，在該液流所經歷的第二階段中，液流的圓柱狀性質會退化為渦旋、液滴的分離流動，簡單的來說就是非同調液流 (亦即，噴霧)，以符號 34 表示之。假如液流 22 的噴霧部分是發生在脆性材料的表面上，那麼將會發生不一致的冷卻，而導致不符合要求的刻劃結果，例如偏離預期刻劃及/或切割的路徑以及最終被分離片段的脆弱邊緣。下列一些因素會影響液流 22 的圓柱狀或同調部分 28 的品質與範圍：邊緣內側的孔口品質以及

液流的圓柱狀部分的長度 L 。以下所使用的用語「同調的(coherent)」或「同調(coherence)」應用來描述在沒有產生液流表面的表面破裂及/或生成液體的分離(單獨的或伴隨的)液滴的情況下，來自於噴嘴的一實質上圓柱狀的液體流。更簡單地來說，同調流體為液體的實質圓柱狀流體，且此區的長度 L 應被視為同調長度。使用冷卻液體的同調液流可將傳統的偏差現象減半，相對於傳統雷射刻劃及/或切割技術所產生的 ± 20 微米的典型偏差，使用冷卻液體的同調液流可產生約小於 ± 11 微米的刻劃及/或切割路徑偏差。

第 4 圖描述同調長度與水流液流壓力的關係圖，該水流液流是由具有筆直壁狀圓柱狀流孔(其具有直徑 D 約為 200 微米的孔口)的噴嘴所產生。如同圖表所顯示，依據驅動液體的壓力，此液流的同調長度可超過 50mm。若是超過特定壓力，該同調長度則會快速退化，而降低可利用的工作距離。第 4 圖顯示將水加壓(例如以加壓空氣)至介於約 0.35 kg/cm^2 至 0.70 kg/cm^2 會產生介於約 51mm 至 53mm 的同調長度。介於約 0.70 kg/cm^2 至約 1 kg/cm^2 的壓力仍可輸送約大於 30mm 的同調長度。

舉例來說，當刻劃及/或切割具有不平坦表面的脆性材料時，較長的同調長度是有用的。藉由使用具有較長同調長度的液流可以得到介於噴嘴孔口與工作片段(脆性材料)之間較長的工作距離，且不需要依表面拓撲(surface topology)的變化而移動噴嘴以及可促進較快的

刻劃及/或切割速度。舉例來說，可使用超過 5mm 的工作距離，例如介於約 10mm 與 50mm 之間、介於 20mm 與 50mm 之間、介於 30mm 與 50mm 之間或介於 40mm 與 50mm 之間的工作距離。

根據一實施例，藉由雷射所產生的雷射光束沿著預定路徑將脆性材料的表面進行輻射以及加熱，且隨後藉由噴嘴所排放的液體流來冷卻之。該噴嘴可為例如具有圓形對稱孔口及流孔的簡單分散或筆直壁狀噴嘴。該液流的同調長度等於或大於 50mm，且介於噴嘴孔口與脆性材料表面之間的距離是小於液流的同調長度。同調液流的直徑約為 70 微米至 150 微米。

使用冷卻液體的同調液流亦可在高溫的時候促進脆性材料的準確刻劃及/或切割，例如當由成型裝置將高溫條帶拉伸時，將其邊緣由玻璃條帶中分離出來。在此技術領域中玻璃條帶的拉伸是習知的，所以在此並不需要詳細描述，然而，如此的方法包含浮動法(float method)、下拉法(包含熔融下拉、狹縫拉伸以及上拉伸法)。

第 5 圖說明在一示例性熔融下拉法中，一熔融玻璃在收縮成形的表面 36 上流動，其沿著線 38 在成形機構的底部(一般稱之為根部)聚集。在該根部處，來自收縮成形表面的熔融玻璃的分離液流會接合或熔合，用以形成單一玻璃條帶 40。玻璃條帶 40 包含一黏性區、一黏彈性(visco-elastic)區、一彈性區。玻璃條帶 40 與各種邊緣滾輪 42 接觸，該邊緣滾輪夾住位在黏性及/或黏彈性區

中的條帶邊緣 44，依據邊緣滾輪的特殊功能可引導或拉取玻璃條帶。介於邊緣滾輪 42 與邊緣 44 之間的接觸會損壞邊緣且造成在販售上不合乎要求的玻璃。因此，必須移除條帶邊緣。雖然在拉伸區域底部將玻璃片材由條帶中分離之後，可執行邊緣的移除，但直接由條帶將邊緣移除可以提供較佳的製造效率。根據本篇實施例，藉由使用上述的冷卻液體同調液流的雷射切割法可促進將條帶邊緣部份由條帶中分離出來的雷射切割。雷射光束 16 沿著預定路徑 18 來輻射玻璃條帶，該預定路徑一般是平行於位在條帶彈性區中的條帶 40 的側邊。接著，沿著預定路徑來引導冷卻液體(亦即，水)的同調液流 22，用以由條帶中將該邊緣分離出來。液流的同調長度是等於或大於 50mm 且介於噴嘴孔口與條帶表面的距離是小於液流的同調長度。同調液流的直徑是介於 70 微米至 200 微米之間，且最佳為介於 70 微米至 150 微米之間。此項技術已經在高於 300°C 的高溫下位在條帶彈性區中的非平坦條帶上成功地操作過，且該條帶還具有高達 20mm 的翹曲(遠離平坦的偏移量)。

應強調以上所述的本發明實施例，特別是任何「較佳的」實施例，僅為實施過程中的可能實例，且僅為了提供本發明原則的清楚瞭解所闡述之。在實質上不偏離本發明的精神以及原則之下，可實施上述本發明實施例的許多變化例以及修飾例。所有的修飾例以及變化例均意圖包含在本揭露案的範疇之中且受到以下的申請專利範

圖所保護。

【圖式簡單說明】

第 1 圖為一雷射刻劃及/或切割裝置的透視圖。

第 2 圖為由一筆直壁狀噴嘴所排放的水流側視圖，其顯示同調部分以及非同調部分。

第 3A 至 3C 圖繪示三個簡單噴嘴，分別為一分散噴嘴、一筆直壁狀噴嘴以及一漸縮噴嘴。

第 4 圖為具有一筆直壁狀圓柱流孔的示例性噴嘴的同調長度與壓力的圖譜。

第 5 圖為用來產生玻璃片的一示例性熔融下拉設備的前視圖，該設備包含雷射以及冷卻噴嘴，該噴嘴用來由設備所產生的連續玻璃條帶中將邊緣分離出來。

【主要元件符號說明】

10 雷射刻劃及/或切割裝置	12 脆性材料(片)
14 雷射	16 雷射光束/電磁能量束
18 預定路徑	20 現成裂痕
22 液流	24 噴嘴
26 裂縫	28 圓柱狀流體/同調部分
30 噴嘴孔口	32 流孔
34 非同調液流	36 收縮成形表面
38 線	40 玻璃條帶
42 邊緣滾輪	44 條帶邊緣
L 距離	D 直徑

七、申請專利範圍：

1. 一種在一脆性材料中形成一裂口裂縫之方法，其包含：

以一雷射沿著一預定路徑來加熱一脆性材料的表面；

藉由一噴嘴所排放的一冷卻液體的同調液流來冷卻該被加熱的脆性材料表面，該冷卻液體的同調液流包含等於或大於 50mm 的一同調長度，以及其中該冷卻液體的同調液流的直徑介於約 70 微米至約 200 微米；以及

其中介於該噴嘴孔口與該脆性材料表面之間的一工作距離是小於該冷卻液體的同調液流的同調長度。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該冷卻液體的同調液流是藉由具有一圓形對稱孔口的一分散噴嘴所形成。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該冷卻液體的同調液流是藉由具有一筆直壁狀圓柱狀流孔的一噴嘴所形成。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該工作距離是大於 5mm。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該脆性材料為玻璃。
6. 如申請專利範圍第 5 項所述之方法，其中該脆性材料為一連續玻璃條帶。
7. 如申請專利範圍第 6 項所述之方法，其中該連續玻璃條帶是在一熔融下拉過程中所製造。
8. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該裂口裂縫包含一刻劃。
9. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中在冷卻之後，該裂口裂縫延伸穿過該脆性材料的一整體厚度，使得該脆性材料被分離。
10. 如申請專利範圍第 6 項所述之方法，其中該連續玻璃條帶溫度超過 300°C。
11. 如申請專利範圍第 6 項所述之方法，其中該連續玻璃條帶是非平面的。
12. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中介於該噴嘴孔口與該被加熱的脆性材料表面之間的距離是沿著該

預定路徑而改變。

13. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中在該噴嘴中的一液體壓力是介於約 0.35 kg/cm^2 至約 0.70 kg/cm^2 之間。

14. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該冷卻液體的同調液流包含水。

15. 一種用來分離一玻璃條帶邊緣之方法，其包含
形成一連續玻璃條帶，該連續玻璃條帶包含一黏性區以及一彈性區；

在該彈性區中以一雷射沿著一預定路徑來加熱該連續玻璃條帶的一表面；

藉由一噴嘴所分配之包含水的一冷卻液體的同調液流來冷卻該被加熱的連續玻璃條帶表面，該冷卻液體的同調液流包含：等於或大於 50mm 的一同調長度，以及介於約 70 微米至約 150 微米的直徑，用以從該連續玻璃條帶中將一邊緣分離出來；以及

其中介於該噴嘴孔口與該被加熱的連續玻璃條帶表面的一工作距離是小於該冷卻液體的同調液流的同調長度。

16. 如申請專利範圍第 15 項所述之方法，其中在加熱之

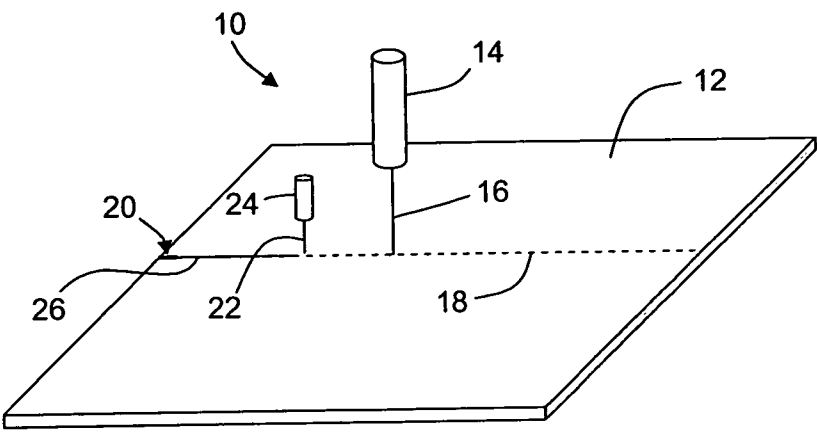
前，在該彈性區中的連續玻璃條帶溫度是大於約 300°C 。

17. 如申請專利範圍第 15 項所述之方法，其中介於該噴嘴孔口與該被加熱的連續玻璃條帶表面的一工作距離是大於約 5mm。

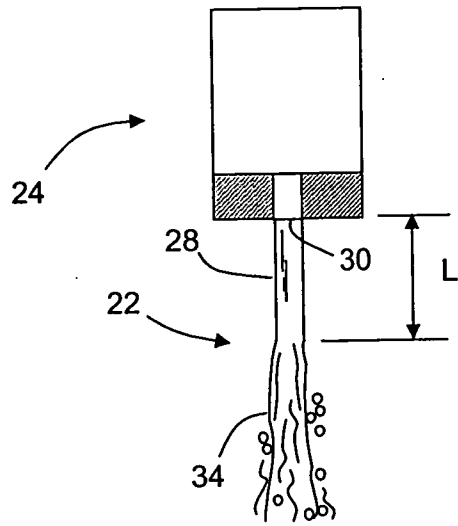
18. 如申請專利範圍第 15 項所述之方法，其中在該噴嘴中的冷卻液體壓力是介於約 0.35 kg/cm^2 至約 0.70 kg/cm^2 之間。

19. 如申請專利範圍第 15 項所述之方法，其中該噴嘴包含一分散、圓形對稱流孔。

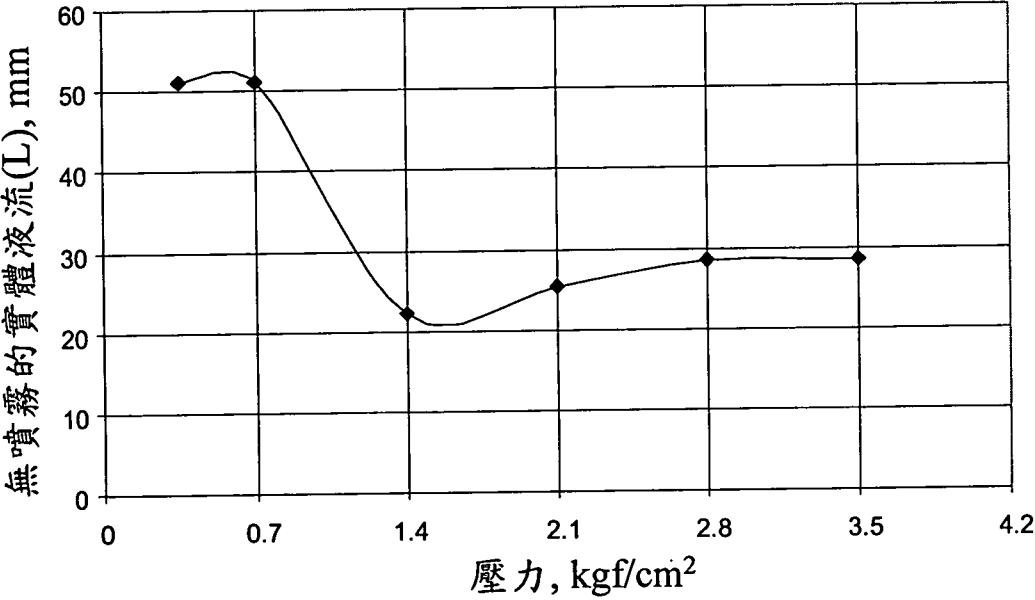
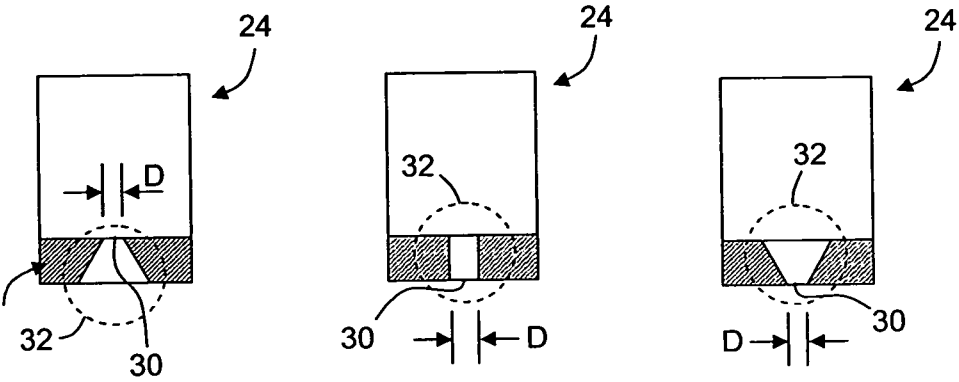
20. 如申請專利範圍第 15 項所述之方法，其中該噴嘴包含一筆直壁狀、圓形對稱流孔。



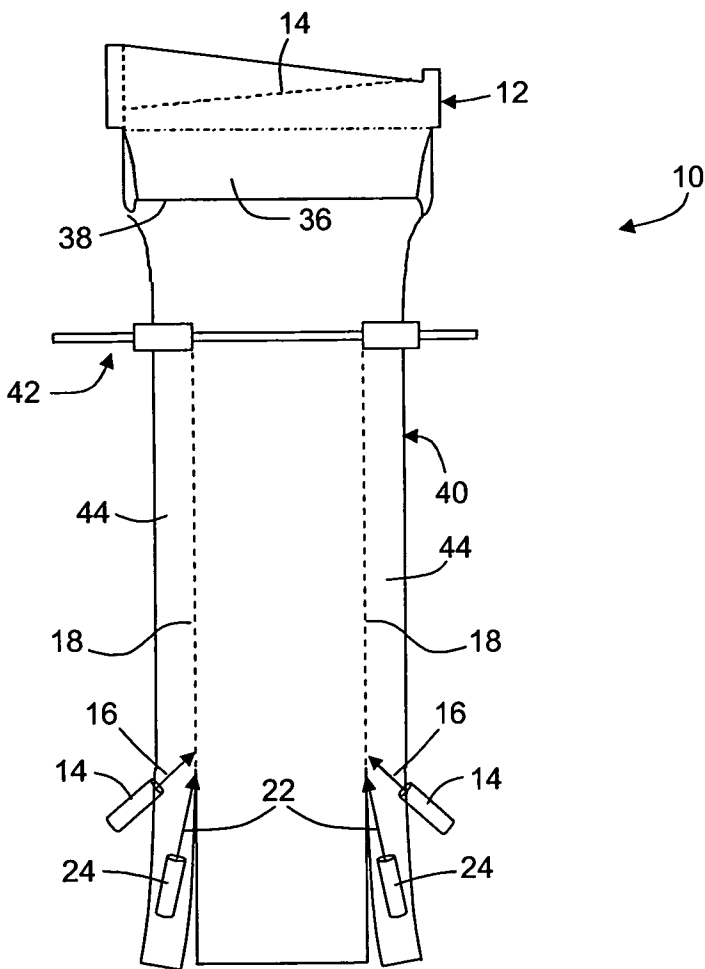
第1圖



第2圖



第4圖



第5圖