



(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 I765990 B

(45)公告日：中華民國 111 (2022) 年 06 月 01 日

(21)申請案號：107109606

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 03 月 21 日

(51)Int. Cl. : C03B33/02 (2006.01)

C03B33/09 (2006.01)

(30)優先權：2017/03/22 美國

62/474,856

(71)申請人：美商康寧公司 (美國) CORNING INCORPORATED (US)
美國(72)發明人：亞巴莫夫 安那托里安納托列維奇 ABRAMOV, ANATOLI ANATOLYEVICH
(US)；史都華 克雷格吉恩 STEWART, CRAIG GENE (US)

(74)代理人：李世章；彭國洋

(56)參考文獻：

TW 201536462A

US 2009/0320524A1

WO 2016/081330A1

審查人員：許嘉展

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：17 共 88 頁

(54)名稱

分離玻璃纖維網的方法及設備

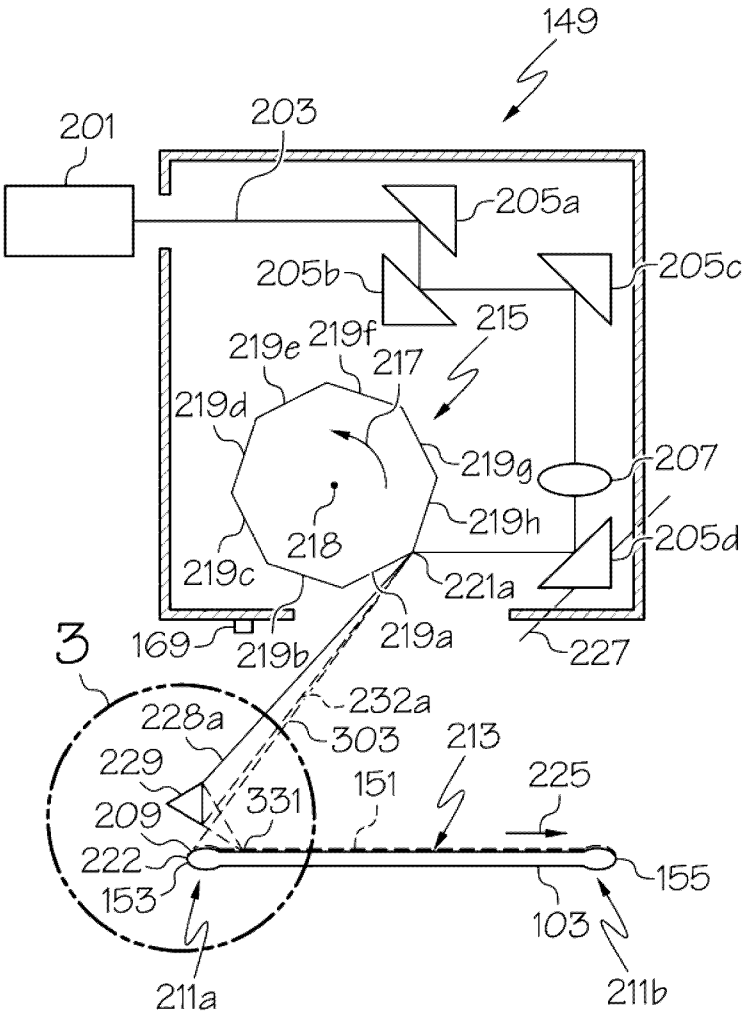
(57)摘要

分離一玻璃纖維網的方法包含以下步驟：將在該玻璃纖維網上的一分離路徑暴露於一雷射光束，該雷射光束沿著該分離路徑產生熱應力，而不會損壞該玻璃纖維網。該等方法進一步包含以下步驟：當該分離路徑處於在將在該玻璃纖維網上的該分離路徑暴露於該雷射光束期間產生的熱應力下時，重新定向該雷射光束的一部分以在該分離路徑上產生一缺陷，於是該玻璃纖維網響應於產生該缺陷而沿著該分離路徑分離。進一步地提供：用於利用至少一個雷射光束產生器和一鏡子來分離一玻璃纖維網的設備，其中該至少一個雷射光束產生器產生一雷射光束以加熱一分離路徑和該鏡子經配置以反射該雷射光束的一端部而在位於該玻璃纖維網上的該分離路徑的一位置處產生一缺陷。

Methods of separating a glass web include exposing a separation path on the glass web to a laser beam that produces thermal stress along the separation path without damaging the glass web. The methods further include redirecting a portion of the laser beam to create a defect on the separation path while the separation path is under thermal stress produced during the exposing the separation path on the glass web to the laser beam, whereupon the glass web separates along the separation path in response to creating the defect.

Apparatus are further provided for separating a glass web with at least one laser beam generator that produces a laser beam to heat a separation path and a mirror configured to reflect an end portion of the laser beam to create a defect at a location of the separation path on the glass web.

指定代表圖：



第 2 圖

符號簡單說明：

- 201 . . . 雷射光束產生器
- 203 . . . 雷射光束
- 205a-d . . . 反射器
- 207 . . . 光學透鏡
- 209 . . . 雷射光束點
- 211a . . . 外邊緣部分
- 211b . . . 外邊緣部分
- 213 . . . 第一主表面
- 215 . . . 多邊形反射器
- 217 . . . 逆時針方向
- 218 . . . 第一旋轉軸
- 219a-h . . . 反射表面區段
- 221a . . . 第一邊緣部分
- 222 . . . 上游端
- 225 . . . 方向
- 227 . . . 第二旋轉軸
- 228a . . . 雷射光束路徑
- 229 . . . 鏡子
- 232a . . . 路徑
- 303 . . . 路徑
- 331 . . . 位置



110年12月2日 所提修正

I765990

【發明摘要】

【中文發明名稱】分離玻璃纖維網的方法及設備

【英文發明名稱】METHODS AND APPARATUS FOR SEPARATING A GLASS WEB

【中文】

分離一玻璃纖維網的方法包含以下步驟：將在該玻璃纖維網上的一分離路徑暴露於一雷射光束，該雷射光束沿著該分離路徑產生熱應力，而不會損壞該玻璃纖維網。該等方法進一步包含以下步驟：當該分離路徑處於在將在該玻璃纖維網上的該分離路徑暴露於該雷射光束期間產生的熱應力下時，重新定向該雷射光束的一部分以在該分離路徑上產生一缺陷，於是該玻璃纖維網響應於產生該缺陷而沿著該分離路徑分離。進一步地提供：用於利用至少一個雷射光束產生器和一鏡子來分離一玻璃纖維網的設備，其中該至少一個雷射光束產生器產生一雷射光束以加熱一分離路徑和該鏡子經配置以反射該雷射光束的一端部而在位於該玻璃纖維網上的該分離路徑的一位置處產生一缺陷。

【英文】

Methods of separating a glass web include exposing a separation path on the glass web to a laser beam that produces thermal stress along the separation path without damaging the glass web. The methods further include redirecting a portion of the laser beam to create a defect on the separation path while the separation path is under thermal stress produced during the exposing the separation path on the glass web to the laser beam, whereupon the glass web separates along the separation path in response to creating the defect. Apparatus are further provided for separating a glass web with at

least one laser beam generator that produces a laser beam to heat a separation path and a mirror configured to reflect an end portion of the laser beam to create a defect at a location of the separation path on the glass web.

【指定代表圖】第（ 2 ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

2 0 1 雷射光束產生器

2 0 3 雷射光束

2 0 5 a - d 反射器

2 0 7 光學透鏡

2 0 9 雷射光束點

2 1 1 a 外邊緣部分

2 1 1 b 外邊緣部分

2 1 3 第一主表面

2 1 5 多邊形反射器

2 1 7 逆時針方向

2 1 8 第一旋轉軸

2 1 9 a - h 反射表面區段

2 2 1 a 第一邊緣部分

2 2 2 上游端

2 2 5 方向

2 2 7 第二旋轉軸

2 2 8 a 雷射光束路徑

2 2 9 鏡子

2 3 2 a 路徑

3 0 3 路 徑

3 3 1 位 置

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】分離玻璃纖維網的方法及設備

【英文發明名稱】METHODS AND APPARATUS FOR SEPARATING A
GLASS WEB

【技術領域】

【0001】對於相關申請案的交叉參照：此申請案主張美國臨時專利申請案序列號62/474,856(該臨時專利申請案於2017年3月22日提出申請)的優先權的益處，該臨時專利申請案的內容被依據並且在此藉由引用的方式全體地併入本文中(如同於後文中完全地闡述般)。

【0002】本揭露一般性地關於：分離一玻璃纖維網的方法，以及本揭露更為特定地關於：藉由在處於熱應力下的一分離路徑上產生一缺陷(於是該玻璃纖維網響應於產生該缺陷而延著該分離路徑分離)的方式來分離一玻璃纖維網的方法。

【先前技術】

【0003】已知的是：分離一玻璃帶以獲得具有所欲的尺寸的玻璃片。傳統的分離技術在玻璃帶為固定時實現分離。另外的傳統的分離技術在玻璃帶進行移動時實現分離，藉此避免玻璃帶沿著行進方向的不中斷的跨越，同時將玻璃片從玻璃帶中分離。

【發明內容】

【0004】後文呈現本揭露的簡化的概要以提供被描述於實施方式中的一些實施例的基本的理解。在後文中描述

本揭露的一些示例實施例，其中理解到：實施例中的任何者可被單獨地使用或可與另一實施例相組合地使用。

【0005】 實施例1。一種分離一玻璃纖維網的方法可包含以下步驟：將在該玻璃纖維網上的一分離路徑暴露於至少一個雷射光束以沿著該分離路徑產生熱應力，而不會損壞該玻璃纖維網。該方法可包含以下步驟：當該分離路徑處於在將在該玻璃纖維網上的該分離路徑暴露於該至少一個雷射光束期間產生的熱應力下時，重新定向該至少一個雷射光束的一部分以在該分離路徑上產生一缺陷，於是該玻璃纖維網響應於產生該缺陷而沿著該分離路徑分離。

【0006】 實施例2。根據實施例1所述之方法，其中該至少一個雷射光束的該部分在進行重新定向期間從一反射表面反射以重新定向雷射路徑的部分而產生該缺陷。

【0007】 實施例3。根據實施例1和2中的任何一者所述之方法，其中該至少一個雷射光束的該部分被聚焦以產生該缺陷。

【0008】 實施例4。根據實施例1-3中的任何一者所述之方法，其中當將在該玻璃纖維網上的該分離路徑暴露於該至少一個雷射光束時產生該缺陷。

【0009】 實施例5。根據實施例1-4中的任何一者所述之方法，其中在於將在該玻璃纖維網上的該分離路徑暴露於該至少一個雷射光束期間沿著該分離路徑實現一預先決定的程度的熱應力之後產生該缺陷。

【0010】 實施例6。根據實施例1-5中的任何一者所述之方法，其中該玻璃纖維網包含：一第一邊緣和與該第一邊緣相對的一第二邊緣，並且其中該分離路徑從該第一邊緣延伸至該第二邊緣。

【0011】 實施例7。根據實施例6所述之方法，其中該缺陷係在該第一邊緣與該第二邊緣之間產生。

【0012】 實施例8。根據實施例6所述之方法，其中該缺陷係在相距該玻璃纖維網的該第一邊緣和該第二邊緣中的一者一距離處產生，其中該距離係從0 mm至大約25 mm。

【0013】 實施例9。根據實施例6-8中的任何一者所述之方法，其中在將在該玻璃纖維網上的該分離路徑暴露於該至少一個雷射光束期間，該至少一個雷射光束跨越一光束路徑，該光束路徑延伸離開該玻璃纖維網的該第一邊緣和該第二邊緣中的至少一者。

【0014】 實施例10。根據實施例6-9中的任何一者所述之方法，其中將在該玻璃纖維網上的該分離路徑暴露於該至少一個雷射光束的步驟包含以下步驟：使得該至少一個雷射光束在該玻璃纖維網的一主表面上交集於一相對應的光束點，並且重複地使得該光束點沿著該分離路徑通過以沿著該分離路徑產生該熱應力。

【0015】 實施例11。根據實施例10所述之方法，其中重複地使得該光束點通過的步驟包含以下步驟：重複地使得該光束點在一單一的方向上通過。

【0016】 實施例12。根據實施例11所述之方法，其中該單一的方向包含：從該玻璃纖維網的該第一邊緣朝向該玻璃纖維網的該第二邊緣延伸的一方向，並且其中該缺陷係在相較於該第二邊緣更靠近該第一邊緣之處產生。

【0017】 實施例13。根據實施例1-12中的任何一者所述之方法，其中該至少一個雷射光束沿著該分離路徑施加一變化的功率密度以產生該熱應力。

【0018】 實施例14。根據實施例1-13中的任何一者所述之方法，其中複數個雷射光束沿著該分離路徑產生該熱應力，其中每一雷射光束沿著該分離路徑的一相對應的區段產生熱應力。

【0019】 實施例15。根據實施例14所述之方法，其中該分離路徑的每一區段與該分離路徑的至少一個相鄰的區段重疊。

【0020】 實施例16。根據實施例1-5中的任何一者所述之方法，其中該玻璃纖維網包含：一玻璃片，該分離路徑沿著該玻璃片的一長度延伸，並且其中沿著該分離路徑的分離將該玻璃片的一邊緣部分與該玻璃片的一中央部分分離。

【0021】 實施例17。根據實施例1-15中的任何一者所述之方法，其中該玻璃纖維網包含：一玻璃帶，該分離路徑沿著該玻璃帶的一寬度延伸，並且其中沿著該分離路徑的分離將一玻璃片從該玻璃帶分離。

【0022】 實施例18。根據實施例1-17中的任何一者所述之方法，其中該玻璃纖維網包含：複數個層，並且該複數個層中的一個層的熱膨脹係數不同於該複數個層中的另一個層的熱膨脹係數。

【0023】 實施例19。根據實施例1-18中的任何一者所述之方法，其中該玻璃纖維網被設置以使得整個分離路徑位於該雷射光束的一焦點深度內。

【0024】 實施例20。根據實施例19所述之方法，其中該雷射光束的該焦點深度係從大約20mm至大約400mm。

【0025】 實施例21。一種分離一玻璃纖維網的方法可包含以下步驟：以一玻璃纖維網速度移動該玻璃纖維網，該玻璃纖維網速度包含：在移動玻璃纖維網的一輸送方向上的一玻璃纖維網速度向量。該方法可進一步包含以下步驟：將在該玻璃纖維網上的一分離路徑暴露於由至少一個雷射光束產生的至少一個雷射光束點以沿著該分離路徑產生熱應力，該分離路徑在與該輸送方向橫切的一方向上延伸。該方法可進一步包含以下步驟：以一雷射光束點速度來移動該雷射光束點，該雷射光束點速度包含：與該玻璃纖維網速度向量相等的在該輸送方向上的一雷射光束點速度向量，其中當該玻璃纖維網以該玻璃纖維網速度移動時，該分離路徑繼續被暴露於該雷射光束點以繼續沿著該分離路徑產生熱應力。該方法可進一步包含以下步驟：當該分離路徑處於在暴露該分離路徑和移動該雷射光束

點期間產生的熱應力時，重新定向該至少一個雷射光束的一部分以在該分離路徑上產生一缺陷，於是該玻璃纖維網響應於產生該缺陷而沿著該分離路徑分離。

【0026】 實施例22。根據實施例21所述之方法，其中該至少一個雷射光束的該部分在進行重新定向期間從一反射表面反射，而重新定向該至少一個雷射光束的該部分以產生該缺陷。

【0027】 實施例23。根據實施例21和22中的任何一者所述之方法，其中該至少一個雷射光束的該部分被聚焦以產生該缺陷。

【0028】 實施例24。根據實施例21-23中的任何一者所述之方法，其中移動該雷射光束點的步驟包含以下步驟：將該至少一個雷射光束反射離開一旋轉反射表面而使得該雷射光束點以該雷射光束點速度向量移動。

【0029】 實施例25。根據實施例21-24中的任何一者所述之方法，進一步包含以下步驟：在暴露該分離路徑和移動該雷射光束點期間，重複地使得該雷射光束點沿著該分離路徑並且在與該輸送方向橫切的方向上通過以沿著該分離路徑產生熱應力。

【0030】 實施例26。根據實施例25所述之方法，其中該雷射光束點速度包含：在與該輸送方向橫切的方向上的另一雷射光束點速度向量，其中該雷射光束點在該輸送方向上和與該輸送方向橫切的方向上移動，以使得當該玻璃纖維網以該玻璃纖維網速度移動時和當該雷射光束點

繼續重複地沿著該分離路徑並且在與該輸送方向橫切的方向上通過時，該分離路徑繼續地暴露於該雷射光束點以繼續沿著該分離路徑產生熱應力。

【0031】 實施例27。根據實施例26所述之方法，其中移動該雷射光束點的步驟包含以下步驟：將該至少一個雷射光束反射離開圍繞一第一軸旋轉的一第一反射表面以使得該雷射光束點重複地沿著該分離路徑並且在與該輸送方向橫切的方向上通過，並且將該至少一個雷射光束反射離開圍繞一第二軸旋轉的一第二反射表面以使得該雷射光束點以在該玻璃纖維網的該輸送方向上的該雷射光束速度向量移動。

【0032】 實施例28。根據實施例27所述之方法，其中該至少一個雷射光束在該第二反射表面之前反射離開該第一反射表面。

【0033】 實施例29。根據實施例27所述之方法，其中該至少一個雷射光束在該第一反射表面之前反射離開該第二反射表面。

【0034】 實施例30。根據實施例27-29中的任何一者所述之方法，其中該第一軸與該第二軸垂直。

【0035】 實施例31。根據實施例25-30中的任何一者所述之方法，其中重複地使得該光束點通過的步驟包含以下步驟：重複地使得該光束點在與該輸送方向橫切的一單一的方向上通過。

【0036】 實施例32。根據實施例31所述之方法，其中該單一的方向包含：從該玻璃纖維網的一第一邊緣朝向該玻璃纖維網的一第二邊緣延伸的一方向，並且其中該缺陷係在相較於該第二邊緣更靠近該第一邊緣之處產生。

【0037】 實施例33。根據實施例21-32中的任何一者所述之方法，其中當該雷射光束點以該雷射光束點速度移動時產生該缺陷。

【0038】 實施例34。根據實施例21-33中的任何一者所述之方法，其中在於移動該雷射光束點期間沿著該分離路徑實現一預先決定的程度的熱應力之後產生該缺陷。

【0039】 實施例35。根據實施例21-34中的任何一者所述之方法，其中該至少一個雷射光束點包含：複數個雷射光束點，該等雷射光束點個別地在暴露該分離路徑期間沿著該分離路徑的一相對應的區段產生熱應力。

【0040】 實施例36。根據實施例35所述之方法，其中該分離路徑的每一區段與該分離路徑的至少一個相鄰的區段的一部分重疊。

【0041】 實施例37。根據實施例21-36中的任何一者所述之方法，其中該玻璃纖維網包含：一長度和一寬度，並且該輸送方向係該玻璃纖維網的該長度的一方向。

【0042】 實施例38。根據實施例21-36中的任何一者所述之方法，其中該玻璃纖維網包含：從一成形主體中拉製的一玻璃帶，並且該輸送方向係該玻璃帶的一拉製方向。

【0043】 實施例39。一種用於分離一玻璃纖維網的設備可包含：用以產生一雷射光束的至少一個雷射光束產生器，該雷射光束沿著一分離路徑跨越，其中該雷射光束加熱從該玻璃纖維網的一第一邊緣延伸至該玻璃纖維網的一相對的第二邊緣的整個分離路徑。該設備可進一步包含：一鏡子，該鏡子經配置以反射該雷射路徑的一端部以在位於該玻璃纖維網上的該分離路徑的一位置處產生一缺陷。

【0044】 實施例40。根據實施例39所述之設備，其中該鏡子包含：一拋物面鏡。

【0045】 實施例41。根據實施例39所述之設備，進一步包含：一透鏡，該透鏡經配置以聚焦該雷射路徑的該端部。

【0046】 實施例42。根據實施例39-41中的任何一者所述之設備，進一步包含：一第一反射器，該第一反射器包含：圍繞一第一軸旋轉的一第一反射表面。在此實施例中，該雷射光束產生器可與該第一反射器對準，以使得由該至少一個雷射光束產生器產生的一雷射光束將產生一雷射光束點，該雷射光束點當該第一反射器被旋轉時重複地在一雷射路徑內並且沿著在該玻璃纖維網上的該分離路徑通過。

【0047】 實施例43。一種用於分離一玻璃纖維網的設備包含：至少一個雷射光束產生器和一第一反射器，該第一反射器包含：可圍繞一第一軸旋轉的一第一反射表面。

雷射光束產生器與該第一反射器對準，以使得由該至少一個雷射光束產生器產生的一雷射光束將產生一雷射光束點，該雷射光束點當該第一反射器被旋轉時重複地沿著在該玻璃纖維網上的一分離路徑通過。該設備進一步包含：一第二反射器，該第二反射器包含：圍繞一第二軸旋轉的一第二反射表面。該第二反射器與該第一反射器對準，以使得該雷射光束點當該第二反射器被旋轉時將會在該玻璃纖維網的一輸送方向上移動。該第一反射器被設置在該第二反射器的上游處，以使得由該雷射光束產生器產生的該雷射光束在反射離開該第二反射器的該第二反射表面之前反射離開該第一反射器的該第一反射表面。該設備進一步包含：一鏡子，該鏡子經配置以反射該雷射路徑的一端部以在位於該玻璃纖維網上的該分離路徑的一位置處產生一缺陷。

【0048】 實施例44。根據實施例43所述之設備，其中該鏡子包含：一拋物面鏡。

【0049】 實施例45。根據實施例43所述之設備，進一步包含：一透鏡，該透鏡經配置以聚焦該雷射路徑的該端部。

【0050】 實施例46。一種用於分離一玻璃纖維網的設備包含：至少一個雷射光束產生器、一第一反射器，及一第二反射器。該第二反射器包含：可圍繞一第二軸旋轉的一第二反射表面。該雷射光束產生器與該第二反射器對準，以使得：由該至少一個雷射光束產生器產生的一雷射

光束將利用一雷射光束點來產生一雷射路徑，該雷射光束點當該第二反射器被旋轉時將會在該玻璃纖維網的一輸送方向上移動。該第一反射器包含：可圍繞一第一軸旋轉的一第一反射表面。該第一反射器與該第二反射器對準，以使得：由該至少一個雷射光束產生的該雷射光束點當該第一反射器被旋轉時將會重複地沿著在該玻璃纖維網上的一分離路徑通過。該第二反射器被設置在該第一反射器的上游處，以使得由該雷射光束產生器產生的該雷射光束在反射離開該第一反射器的該第一反射表面之前將會反射離開該第二反射器的該第二反射表面。該設備進一步包含：一鏡子，該鏡子經配置以反射該雷射路徑的一端部以在位於該玻璃纖維網上的該分離路徑的一位置處產生一缺陷。

【0051】 實施例47。根據實施例46所述之設備，其中該鏡子包含：一拋物面鏡。

【0052】 實施例48。根據實施例46所述之設備，進一步包含：一透鏡，該透鏡經配置以聚焦該雷射路徑的該端部。

【圖式簡單說明】

【0053】 當參照隨附的圖式來閱讀後續的實施方式時，本揭露的此些的和其他的特徵、態樣，及優點會被較佳地理解，其中在該等圖式中：

【0054】 第1圖係經配置以拉製一玻璃帶的熔融向下拉製設備和示例性的玻璃帶分離設備的示意圖。

【0055】 第2圖係示例性的玻璃分離設備的沿著第1圖的線2-2的橫截面的示意圖，其中一雷射光束暴露在玻璃帶上的一分離路徑的上游端。

【0056】 第3圖係採取第2圖的觀點3的一示意性的鏡子的放大的視圖。

【0057】 第4圖示例說明：雷射光束暴露在玻璃帶上的該分離路徑的一中間位置。

【0058】 第5圖示例說明：雷射光束暴露在玻璃帶上的該分離路徑的下游端。

【0059】 第6圖示例說明：在該玻璃帶上的該路徑被設置在雷射光束的焦點深度內。

【0060】 第7圖係第6圖的玻璃帶的側視圖，該側視圖示例說明：沿著玻璃帶的分離路徑的變化的功率密度。

【0061】 第8圖示例說明：在位於該分離路徑上的該玻璃帶中產生一缺陷的步驟。

【0062】 第9圖示例說明：另一實施例，其中該分離路徑被暴露於複數個雷射光束，該等雷射光束個別地沿著該分離路徑的一相對應的區段產生熱應力。

【0063】 第10圖係一設備的透視的示意圖，該設備在上游位置處暴露在玻璃帶上的一分離路徑。

【0064】 第11圖係第10圖的該設備的透視的示意圖，該設備在中間位置處暴露該分離路徑。

【0065】 第12圖係第10圖的該設備的透視的示意圖，該設備在下游位置處暴露該分離路徑。

【0066】 第13圖係第12圖的該設備的透視的示意圖，其中玻璃帶響應於當該分離路徑處於熱應力下時在該分離路徑上產生一缺陷沿著該分離路徑將玻璃片從該玻璃帶中分離。

【0067】 第14圖係另一設備的透視的示意圖，該另一設備在上游位置處暴露在玻璃帶上的一分離路徑。

【0068】 第15圖係第14圖的該設備的透視的示意圖，該設備在中間位置處暴露分離路徑。

【0069】 第16圖係第14圖的該設備的透視的示意圖，該設備在下游位置處暴露分離路徑；及

【0070】 第17圖係第16圖的該設備的透視的示意圖，其中玻璃帶響應於當該分離路徑處於熱應力下時在該分離路徑上產生一缺陷沿著該分離路徑將玻璃片從該玻璃帶中分離。

【實施方式】

【0071】 現在將於後文中參照隨附的圖式更為完整地描述：設備和方法，其中在該等圖式中顯示本揭露的示例性的實施例。儘可能地，在全部的圖式中使用相同的元件符號以意指為相同的或類似的部件。然而，此揭露可利用許多的不同的形式來體現並且不應該被解釋為受限於在此闡述的實施例。

【0072】 應理解到：在此揭示的特定的實施例意欲為示例性的(因而為非限制性的)。因此，本揭露關於：用於分離一玻璃纖維網的方法和設備。在一些實施例中，玻璃纖

維網可包含：從任何的玻璃形成程序或玻璃製造程序中形成的玻璃帶。玻璃帶可直接地從玻璃形成設備或玻璃製造設備中被提供、可被提供以作為：可被捲繞或盤繞至一芯的玻璃帶的捲軸，或可被提供以作為：獨立的玻璃帶。在其他的實施例中，玻璃纖維網可包含：藉由任何的玻璃形成程序或玻璃製造程序而形成的玻璃片。玻璃片可被提供以作為：從玻璃帶中分離的玻璃片、以作為：從另一玻璃片中分離的玻璃片、以作為：一或多個作為被捲繞或盤繞至一芯的一或多個玻璃片的捲軸來提供的玻璃片、以作為：一疊的玻璃片，或以作為獨立的玻璃片。

【0073】 可根據在此揭示的實施例來分離玻璃纖維網以形成一或多個額外的玻璃纖維網。在一些實施例中，從該玻璃纖維網中分離的一或多個額外的玻璃纖維網可包含：玻璃帶。該玻璃帶可以從直接地從玻璃形成設備或玻璃製造設備中提供的一玻璃帶中分離、可以從被提供以作為可被捲繞或盤繞至一芯的玻璃帶的捲軸的一玻璃帶中分離，或可以從被提供以作為獨立的玻璃帶的一玻璃帶中分離。在其他的實施例中，從該玻璃纖維網中分離的一或多個額外的玻璃纖維網可包含：玻璃片。該玻璃片可以從直接地從玻璃形成設備或玻璃製造設備中提供的一玻璃帶中分離、可以從被提供以作為可被捲繞或盤繞至一芯的玻璃帶的捲軸的一玻璃帶中分離，或可以從被提供以作為獨立的玻璃帶的一玻璃帶中分離。在又一些實施例中，該玻璃片可以從被提供以作為從玻璃帶中分離的玻璃片的

一玻璃片中分離、可以從被提供以作為從另一玻璃片中分離的玻璃片的一玻璃片中分離、可以從被提供以作為被捲繞或盤繞至一芯的一或多個玻璃片的捲軸的一玻璃片中分離、可以從被提供以作為一疊的玻璃片的一玻璃片中分離，或可以從被提供以作為獨立的玻璃片的一玻璃片中分離。

【0074】 在另外的示例中，玻璃纖維網可被分離以從玻璃纖維網的其餘部分中去除邊緣部分。舉例而言，邊緣部分可在額外的應用中被丟棄或被進一步地處理。

【0075】 從玻璃纖維網中分離的玻璃片可為：適合用於進行進一步的處理而成為所欲的顯示應用。玻璃片可被使用在寬廣範圍的顯示應用（其中包含：液晶顯示器（LCD）、電泳顯示器（EPD）、有機發光二極體顯示器（OLED）、電漿顯示面板（PDP），或類似者）中。可能需要將玻璃片從一個位置傳送至另一個位置。玻璃片可利用傳統的支撐架體來傳送，該支撐架體經設計以將一疊的玻璃片固定在適當的位置處。再者，夾層材料可被放置在每一玻璃片之間以有助於避免接觸玻璃片的原始表面（因而保護玻璃片的原始表面）。

【0076】 現在將描述一些實施例，其中待進行分離的玻璃纖維網包含：玻璃帶（雖然本揭露的設備和方法並不限於此）。確實地，本揭露的設備和方法可被使用以分離各種玻璃纖維網（例如：在前文中討論的玻璃纖維網）中的任何一者。

【0077】 在一些實施例中，分離包含玻璃帶的玻璃纖維網的方法可與經配置以製造玻璃帶的玻璃製造設備（雖然在另外的實施例中可提供其他的玻璃處理設備）相結合地使用。在一些實施例中，玻璃製造設備可包含：狹槽拉製設備、浮浴設備(float bath apparatus)、向下拉製設備、向上拉製設備、滾壓設備(press-rolling apparatus)或其他的玻璃帶製造設備。藉由示例的方式，**第1圖**示意性地示例說明：用於處理一定量的玻璃熔體的設備，該設備包含：用於熔融拉製玻璃帶**103**以用於進行後續的分離（例如，分離為另一玻璃纖維網（例如：示例說明的玻璃片**104**））的熔融向下拉製設備**101**。熔融向下拉製設備**101**可包含：熔融容器**105**，該熔融容器從儲料倉**109**接收批次材料**107**。可藉由批料輸送裝置**111**引入批次材料**107**，其中該批料輸送裝置係由馬達**113**供電。可選擇的控制器**115**可被使用以啟動馬達**113**以將所欲數量的批次材料**107**引入熔融容器**105**（如同由箭頭**117**所指示者）。玻璃熔體探針**119**可被使用以量測在豎管**123**內的玻璃熔體**121**的液位並且經由通訊線路**125**將量測的資訊傳訊至控制器**115**。

【0078】 熔融向下拉製設備**101**亦可包含：第一調節站（例如：位於熔融容器**105**的下游處並且藉由第一連接管道**129**被耦接至熔融容器**105**的澄清容器**127**）。在一些實施例中，玻璃熔體可經由第一連接管道**129**並且藉由重力從熔融容器**105**被饋送至澄清容器**127**。舉例而言，重

力可驅動玻璃熔體從熔融容器**105**經過第一連接管道**129**的內部路徑至澄清容器**127**。在澄清容器**127**內，可藉由各種技術從玻璃熔體中去除氣泡。

【0079】 熔融拉製設備可進一步包含：第二調節站(例如：玻璃熔體混合容器**131**，該玻璃熔體混合容器可位於澄清容器**127**的下游處)。玻璃熔體混合容器**131**可被使用以提供均勻的玻璃熔體組成物，藉此減少或消除：可能另外地存在於離開澄清容器的澄清的玻璃熔體內的不均勻的條紋(cord)。如同所顯示者，澄清容器**127**可藉由第二連接管道**135**被耦接至玻璃熔體混合容器**131**。在一些實施例中，玻璃熔體可經由第二連接管道**135**並且藉由重力從澄清容器**127**被饋送至玻璃熔體混合容器**131**。舉例而言，重力可驅動玻璃熔體從澄清容器**127**通過第二連接管道**135**的內部路徑至玻璃熔體混合容器**131**。

【0080】 熔融拉製設備可進一步包含：另一調節站(例如：輸送容器**133**，該輸送容器可位於玻璃熔體混合容器**131**的下游處)。輸送容器**133**可調節待被饋送至成形裝置的玻璃。舉例而言，輸送容器**133**可作為累積器及/或流量控制器以調整和提供：流動至成形容器的玻璃熔體的一致流量。如同所顯示者，玻璃熔體混合容器**131**可藉由第三連接管道**137**被耦接至輸送容器**133**。在一些實施例中，玻璃熔體可經由第三連接管道**137**並且藉由重力從玻璃熔體混合容器**131**被饋送至輸送容器**133**。舉例而

言，重力可驅動玻璃熔體從玻璃熔體混合容器**131**通過第三連接管道**137**的內部路徑至輸送容器**133**。

【0081】如同進一步地示例說明者，降液管**139**可被設置以將玻璃熔體**121**從輸送容器**133**輸送至成形容器**143**的入口**141**。玻璃帶**103**然後可被熔融拉出而離開成形楔**147**的底部**145**，並且隨後藉由玻璃分離設備**149**被分離為玻璃纖維網(例如：另一玻璃帶或示例說明的玻璃片**104**)。第1圖示例說明：玻璃分離設備**149**的一般性的示意圖，其中第2圖至第5圖、第7圖和第8圖示意性地示例說明：玻璃分離設備**149**的示例性的特徵。確實地，如同所示例說明者，玻璃分離設備**149**可沿著分離路徑**151**將玻璃片**104**從玻璃帶**103**中分開，該分離路徑在與輸送方向(例如：拉製方向**1001**)橫切的方向**225**(見第2圖)上延伸。如同在第1圖中示例說明者，在本揭露的實施例中的任何者中，與輸送方向**1001**橫切的方向**225**可包含：與輸送方向**1001**垂直或處於相對於輸送方向的另一角度的方向**225**。在一些實施例中，方向**225**沿著玻璃帶**103**的寬度「W」延伸，其中玻璃帶**103**的寬度「W」係在玻璃帶**103**的第一外邊緣**153**與第二外邊緣**155**之間。如同在第1圖中示例說明者，在一些實施例中，玻璃帶**103**的輸送方向**1001**可包含：玻璃帶的拉製方向。在所示例說明的實施例中，輸送方向**1001**可為：從成形容器**143**被熔融向下拉製的玻璃帶**103**的熔融拉製方向。可替代性地，若玻璃帶係從玻璃帶的捲軸被展開，輸送方向

可被認為是將玻璃帶從捲軸中拉出所沿循的方向。更進一步地，若玻璃纖維網(例如：玻璃帶、玻璃片等等)沿著行進路徑跨越過，輸送方向可被認為是玻璃纖維網沿著行進路徑行進的方向。

【0082】 在一實施例中，被顯示在**第1圖**中，玻璃帶**103**的長度可以被認為是從成形楔**147**的底部**145**延伸至玻璃帶**103**的外端**171**(例如：下端)的玻璃帶**103**的總體長度「**L1**」。在另外的實施例中，玻璃帶**103**的長度可以被認為是玻璃帶的總體長度「**L1**」的一部分。舉例而言，玻璃帶**103**的長度可被認為是沿著與玻璃帶**103**的寬度「**W**」垂直的方向的玻璃帶的尺寸。額外地或可替代性地，玻璃帶**103**的長度可以被認為是沿著玻璃帶**103**的拉製方向**1001**的玻璃帶的尺寸。

【0083】 在另一實施例中，玻璃分離設備**149**可將邊緣部分(例如：邊緣纖維網部分)與玻璃纖維網分離。舉例而言，如同在**第1圖**中顯示者，玻璃分離設備**149**可沿著分離路徑**163**將玻璃片**104**的邊緣部分**159**與玻璃片**104**的中央部分**161**分離，其中分離路徑**163**與玻璃片**104**的輸送方向橫切地延伸，且其中分離路徑在玻璃片**104**的第一邊緣**165**與第二邊緣**167**之間延伸。在所示例說明的實施例中，分離路徑**163**沿著玻璃片的長度「**L2**」延伸，其中玻璃片的長度「**L2**」與玻璃片**104**的輸送路徑垂直。

【0084】 **第2圖**示例說明：被示意性地示例說明於**第1圖**中的示例性的玻璃分離設備**149**。玻璃分離設備可包

含：雷射光束產生器**201**，該雷射光束產生器產生雷射光束**203**。在一實施例中，雷射光束產生器產生： CO_2 雷射光束，該 CO_2 雷射光束可利用相對長的脈衝來加熱選擇的路徑，其中該等脈衝可以近似可被利用的連續的能量流。因此，雷射光束**203**可被設計以加熱在玻璃帶(或玻璃片**104**)上的選擇的路徑，而不會損壞玻璃帶。為了達到此應用的目的，加熱在玻璃帶上的選擇的路徑而不會損壞玻璃帶旨在表示：以一方式來加熱該路徑而不會損壞玻璃帶，其中該方式會另外地導致玻璃帶的分離而不具有缺陷。加熱選擇的路徑而不會損壞玻璃帶的示例可包含：加熱而不會熔化玻璃帶、加熱而不會燒蝕玻璃帶、加熱而不會在玻璃帶中產生全身的裂痕，及加熱而不會對於玻璃帶劃痕。確實地，雷射光束**203**可避免損壞玻璃帶以允許沿著玻璃帶(例如：玻璃帶**103**或玻璃片**104**)的分離路徑**151**、**163**產生一所欲程度的熱應力，而不會在施用缺陷之前分離玻璃帶(如同在後文中討論者)。

【0085】如同進一步地在第**2**圖中顯示者，示例性的玻璃分離設備**149**可進一步包含：經配置以在玻璃帶**103**或玻璃片**104**的外邊緣部分**211a**、**211b**或第一主表面**213**上提供一雷射光束點**209**的可選擇的一系列的反射器**205a**、**205b**、**205c**、**205d**和一或多個光學透鏡**207**。在整個應用中，可沿著一路徑移動雷射光束，並且將雷射光束點**209**認為是暴露於雷射光束**203**玻璃纖維網的表面的區域，其中雷射光束**203**與玻璃纖維網的表面相交於

該區域。在一些實施例中，雷射光束點可包含：具有明顯地小於分離路徑**151**的總體長度的最大外部尺寸的圓形的或矩形的雷射光束點或橢圓形的雷射光束點。在此些實施例中，如同在後文中所討論者，在施用缺陷之前，可沿著分離路徑重複地掃描雷射光束點。在本揭露的另外的實施例中，雷射光束點可包含：跨越分離路徑**151**的整個長度的細長的雷射光束點。舉例而言，細長的雷射光束點可包含：固定的雷射光束點，該雷射光束點並不橫跨於玻璃帶**103**掃描，或以另外的方式相對於玻璃帶**103**移動。而是，細長的雷射光束點可同時地照射整個分離路徑。在一些實施例中，雷射光束在不重新定向的情況下可以延伸甚至大於分離路徑的整個長度及/或可以沿著一路徑延伸離開玻璃纖維網的邊緣。確實地，在描述於後文中的一些實施例中，雷射光束的一部分(例如，該雷射光束的該部分會另外地投射以延伸離開玻璃纖維網的邊緣)可被重新定向以在分離路徑**151**上產生一缺陷。

【0086】 在一些實施例中，其中雷射光束點明顯地小於分離路徑**151**的總體長度，玻璃分離設備**149**可包含：第一反射器(例如：示例說明的多邊形反射器**215**)。第一反射器可包含：第一反射表面。舉例而言，如同在**第2圖**中顯示者，示例說明的多邊形反射器**215**可包含：八邊形反射器，其中第一反射表面可包含：8個反射表面區段**219a-h**，該等反射表面區段**219a-h**可彼此形成一體或作為被裝設在相對於彼此非常靠近的位置處的分離的區

段來提供。此外，雖然可使用八邊形反射器，可根據本揭露的態樣來使用：具有更多的或更少的反射表面區段的其他的反射器。第一反射器的第一反射表面，或任何的反射表面，或是本揭露的任何的反射器的反射表面可包含：反射來自鏡子的反射表面、拋光金屬的反射表面或其他的反射表面的光的鏡子的一表面。在另外的實施例中，如同所顯示者，反射表面可為平坦的(雖然在另外的實施例中可提供彎曲的(例如：凹入的、凸起的)表面)。

【0087】 在一實施例中，方法可包含：藉由利用順時針旋轉或逆時針旋轉來旋轉第一反射器的方式而沿著玻璃帶**103**或玻璃片**104**來暴露分離路徑**151**、**163**中的一者或二者的步驟。舉例而言，如同在**第2圖至第6圖**和**第8圖至第9圖**中顯示者，多邊形反射器**215**可圍繞第一旋轉軸**218**並且以逆時針方向**217**旋轉而循序地將8個反射表面區段**219 a - h**中的每一者定位在雷射光束**203**的選擇的路徑內。顯示於圖式中的示例說明的旋轉描繪：掃描雷射光束點**209**的原理。多邊形反射器**215**的實際的配置和/或旋轉將取決於寬廣範圍的因素(例如，雷射光束點**209**是否在極端位置之間(從玻璃帶的第一外邊緣**153**至玻璃帶的第二外邊緣**155**)掃過或雷射光束點**209**是否掃過玻璃帶的至少一個邊緣(如同在**第2圖至第6圖第3圖**和至**第16圖**中顯示者))。

【0088】 如同在後文中所討論者，雷射光束可加熱在玻璃帶上的分離路徑**151**。在全部的圖式中，分離路徑**151**

被示意性地顯示為虛線，其中理解到實際的分離路徑與玻璃帶（例如：玻璃帶的邊緣部分及/或主表面）重合。如同所顯示者，分離路徑**151**可沿著玻璃帶**103**的外邊緣部分**211a**、**211b**和第一主表面**213**並且面向玻璃分離設備**149**而從第一外邊緣**153**延伸至第二外邊緣**155**（雖然分離路徑可沿著玻璃帶的相對的主表面延伸或在玻璃帶的二個主表面之間的中間位置處延伸）。確實地，如同所顯示者，分離路徑**151**可與外邊緣部分**211a**、**211b**的外表面重合地延伸，並且亦與玻璃帶**103**的第一主表面**213**重合地延伸。此外，如同所顯示者，第一外邊緣部分**211a**可包含：第一外邊緣**153**，並且第二外邊緣部分**211b**可包含：第二外邊緣**155**，其中分離路徑**151**可延伸而跨越玻璃帶的基本部分或整個寬度「**W**」。類似地，參照至**第1圖**，玻璃片**104**可包含：第一邊緣**165**和第二邊緣**167**，其中分離路徑**163**可延伸而跨越玻璃片**104**的基本部分或整個長度「**L2**」。

【0089】現在將討論：利用示例性的多邊形反射器**215**來加熱分離路徑**151**的示例性的方法。如同在**第2圖**中顯示者，舉例而言，當第一反射表面區段**219a**穿越雷射光束的路徑時，第一反射表面區段**219a**的第一邊緣部分**221a**首先地穿越雷射光束**203**的路徑以反射雷射光束（如同由離開鏡子**229**的雷射光束路徑**228a**指示者）。如同在**228b**處指示者（見**第3圖**），已經被反射離開鏡子**229**的雷射光束**203**然後被引導以與分離路徑**151**相交於位

置**331**處。在一實施例中，如同在**第7圖**中顯示者，在位置**331**處的雷射光束點**703**可在分離路徑**151**的方向上具有較長的延長的長度（相較於與分離路徑垂直的方向）。提供具有沿著分離路徑**151**延伸的延長的長度的雷射光束點**703**可以促進：沿著分離路徑**151**的正確的裂縫形成和擴展。

【0090】 在一實施例中，如同示意性地顯示者，鏡子**229**可包含：被設計為藉由多邊形反射器**215**的在圍繞第一旋轉軸**218**的逆時針方向**217**上的旋轉角度來反射雷射光束**203**以繼續將位置**331**暴露於雷射光束點**703**的拋物面鏡或其他的鏡子。確實地，如同所顯示者，在**第2圖**中，當多邊形反射器**215**繼續地旋轉時，雷射光束路徑**228a**跨越鏡子**229**至新的路徑**232a**來進行掃描。如同在**232b**處指示者，已經被反射離開鏡子**229**（例如：拋物面鏡）的雷射光束**203**依然被引導以與分離路徑**151**相交於位置**331**處。事實上，在所示例說明的實施例中，隨著多邊形反射器**215**經由在圍繞第一旋轉軸**218**的逆時針方向**217**上的旋轉角度來旋轉，在雷射光束從路徑**228a**跨越鏡子至路徑**232a**進行掃描的全部時間裡，雷射光束**203**繼續地與分離路徑**151**相交於位置**331**處。

【0091】 在一些實施例中，位置**331**的覆蓋區域與雷射光束點**703**的覆蓋區域匹配，以使得：雷射光束點**703**在多邊形反射器**215**經由旋轉角度來旋轉期間照射整個位置**331**。在另外的實施例中，位置**331**可大於雷射光束點

703的覆蓋區域，其中雷射光束點藉由多邊形反射器**215**的旋轉角度而移動一距離。無關於雷射光束點**703**與位置**331**的相對尺寸，由於雷射光束點**703**在位置**331**內的增加的駐留時間，位置**331**被加熱的程度高於和超過分離路徑**151**的其他的部分。此外，當雷射光束點**209**跨越於分離路徑掃描時，位置**331**依然被進一步地加熱(如同在後文中討論者)。

【0092】 最終地，多邊形反射器**215**將旋轉超過旋轉角度，以使得雷射**203**不被拋物面鏡**229**反射。在一些實施例中，雖然未被顯示出來，一旦多邊形反射器**215**已經旋轉到恰好足以使得雷射**203**不被拋物面鏡反射的程度，雷射可從鏡子旁邊經過並且暴露在玻璃帶**103**的外邊緣部分**211a**上的分離路徑**151**。在另外的實施例中，如同由在第3圖中的路徑**301**顯示者，一旦多邊形反射器**215**已經旋轉到足以使得雷射**203**不被拋物面鏡反射的程度，雷射可在鏡子**229**與玻璃帶**103**的外邊緣**153**之間通過，以使得雷射不會撞擊玻璃帶，而是行進離開玻璃帶**103**的第一外邊緣部分**211a**的外邊緣**153**。提供行進離開外邊緣**153**的雷射光束可將分離路徑**151**的暴露最大化並且藉此將沿著大致上整個分離路徑**151**或整個分離路徑**151**的應力最大化。

【0093】 如同進一步地在第3圖中顯示者，無論雷射光束是否行進離開外邊緣**153**，多邊形反射器**215**的旋轉最終使得沿著路徑**303**行進的被反射的雷射光束將跨越於

玻璃帶**103**的分離路徑**151**的上游端**222**暴露於雷射光束點**209**。確實地，如同所顯示者，分離路徑**151**的上游端**222**被暴露於雷射光束點**209**，藉此在該位置處加熱分離路徑**151**。當多邊形反射器**215**繼續圍繞第一旋轉軸**218**並且以逆時針方向**217**旋轉時，第一反射表面區段**219a**的角度改變，以使得雷射光束點**209**沿著從玻璃帶**103**的第一外邊緣部分**211a**朝向玻璃帶**103**的第二外邊緣部分**211b**延伸的方向**225**行進。如同在**第7圖**中所顯示者，雷射光束點**209**最終通過先前被反射的雷射光束點**703**加熱的位置**331**，藉此進一步地加熱位置**331**。如同所顯示者，在一些實施例中，被反射的雷射光束點**703**可具有較小的覆蓋區域(相較於雷射光束點**209**)以在位置**331**處提供：具有對於雷射光束的增強的暴露的聚焦的區域。

【0094】 **第4圖**示例說明：旋轉多邊形反射器**215**，以使得第一反射表面區段**219a**的中間部分**221b**隨後地穿過雷射光束**203**的路徑以進行反射並且將分離路徑**151**的中間位置**401**暴露於雷射光束點**209**，藉此在該位置處加熱路徑。

【0095】 如同進一步地在**第5圖**中顯示者，甚至可以進一步地圍繞第一旋轉軸**218**並且以逆時針方向**217**旋轉多邊形反射器**215**，以使得第一反射表面區段**219a**的第二邊緣部分**221c**隨後地穿過雷射光束的路徑**507**以進行反射並且將分離路徑**151**的下游端**501**暴露於雷射光束

點**209**，藉此在該位置處加熱分離路徑。在圍繞第一旋轉軸**218**的逆時針方向**217**上的進一步的增量旋轉將使得第二反射表面區段**219b**的第一邊緣部分**503**穿越雷射光束**203**的路徑，其中雷射光束點**209**將從分離路徑**151**的下游端**501**處消失並且在沿著路徑**228a - 228b**行進之後再次地出現於位置**331**處（如同在**第3圖**中顯示者）。當然地，由於實際的雷射光束包含有限的直徑，具有雷射光束將同時地從相鄰的反射表面區段的相鄰的部分反射的短暫的時刻。在此一時刻，雷射光束點**209**可部分地出現在與掃描路徑的極端（*extreme*）相關聯的位置處。舉例而言，在短的時間區間期間，雷射光束**203**將同時地從第一反射表面區段**219a**的第二邊緣部分**221c**和第二反射表面區段**219b**的第一邊緣部分**503**反射。在此時刻，雷射光束點**209**可部分地出現在被顯示於**第5圖**中的位置處並且部分地出現在**第2圖至第3圖**中的位置**331**處。

【0096】 因此，加熱的步驟可包含：重複地使得雷射光束點**209**沿著分離路徑**151**通過以沿著分離路徑**151**產生熱應力。再者，在所示例說明的實施例中，重複地使得雷射光束點**209**通過的步驟可以可選擇地包含以下步驟：重複地使得雷射光束點**209**在單一的方向**225**上通過。確實地，由於當多邊形反射器**215**以示例說明的圍繞第一旋轉軸**218**的逆時針方向**217**旋轉時反射表面區段**219a - h**中的每一者穿越雷射的路徑，雷射光束點**209**總是在從分離路徑**151**的上游端**222**至分離路徑**151**的下

游端**501**的單一的方向**225**上移動。雷射光束點可沿著單一的方向**225**並且以各種速度(取決於多邊形反射器**215**的旋轉速度)行進。舉例而言，雷射光束點可沿著分離路徑**151**以從大約 0.5 km/s 至大約 6 km/s (例如，從大約 1 km/s 至大約 5 km/s (例如，從大約 2 km/s 至大約 4 km/s (例如：大約 3 km/s)))的速度行進。

【0097】再者，除了重複地使得雷射光束點**209**沿著分離路徑**151**通過以沿著分離路徑**151**產生熱應力之外，由於掃過第一外邊緣**153**的雷射的一部分被重新定向以將位置**331**暴露於雷射光束點**703**(藉此進一步地加熱分離路徑**151**的該區域)，對位置**331**加熱的程度亦高於分離路徑的其他的部分。

【0098】雖然未被顯示出來，在另外的實施例中，可利用各種各樣的方式來加熱分離路徑**151**。舉例而言，可提供多個雷射光束產生器**201**和/或可將由雷射光束產生器產生的雷射光束分成二或多個雷射光束以同時地反射來自不同的鏡子和/或多邊形反射器的相同的鏡子的不同的部分的雷射光束。因此，可提供多個雷射光束點，該等雷射光束點同時地沿著分離路徑**151**並且以單一的方向**225**或沿著相反的方向(其中取決於玻璃分離設備**149**的光學配置)行進。在另一實施例中，由雷射光束產生器**201**產生的雷射光束**203**可被延伸為同時地加熱整個分離路徑**151**的細長的雷射光束點。在此些實施例中，雷射光束點**209**可保持為固定的而同時地加熱整個分離路徑

151，並且在相同的時候被引導離開第一外邊緣**153**的雷射光束的一部分被重新定向以額外地加熱位置**331**。在更進一步的示例中，可提供複數個固定的雷射光束點以加熱整個分離路徑**151**。舉例而言，固定的雷射光束點可以首尾相接(end to end)的方式來設置，其中雷射光束點的所有者的總體長度沿著分離路徑**151**的整個長度(或大於分離路徑**151**的整個長度)延伸，而被引導離開外邊緣**153**的雷射光束的一部分被重新定向以額外地加熱位置**331**。在另外的實施例中，固定的雷射光束點可被設置為彼此部分地重疊，其中雷射光束點的所有者的總體長度亦沿著分離路徑**151**的整個長度(或大於分離路徑**151**的整個長度)延伸。

【0099】在又一個實施例中，可提供複數個玻璃分離設備**149**，該等玻璃分離設備個別地將整個分離路徑的一區段暴露於雷射光束點**209**。舉例而言，如同在**第9圖**中顯示者，可提供複數個玻璃分離設備**149**，該等玻璃分離設備可以可選擇地類似於或相同於先前描述的玻璃分離設備**149**。應注意到：雖然5個玻璃分離設備**149**被描繪於**第9圖**中，此描繪不應限制同此隨附的申請專利範圍的範疇(因為在所請求的發明的實施例中可使用任何數目的玻璃分離設備(例如，從1個、2個、3個至大於5個玻璃分離設備))。每一玻璃分離設備**149**可產生：雷射光束**902**、**904**、**906**、**908**、**910**，該等雷射光束**902**、**904**、**906**、**908**、**910**可沿著整個分離路徑並且沿著相對應的加熱的

區段**901**、**903**、**905**、**907**、**909**產生熱應力(其中利用由每一雷射光束提供的分別的雷射光束點**209**來產生熱應力)。在一些實施例中，加熱的區段可以首尾相接的方式來設置以沿著玻璃帶**103**加熱分離路徑。然而，如同所顯示者，每一加熱的區段可與至少一個相鄰的加熱的區段重疊於重疊的區域**911**、**913**、**915**、**917**處以對於在區段之間的分離路徑提供足夠的加熱。在一些實施例中，重疊的區域可包含：一重疊的長度，該重疊的長度係加熱的區段**901**、**903**、**905**、**907**、**909**中的至少一者的長度的從大約5%至大約40%的範圍(例如：加熱的區段的至少一者的長度的從大約10%至大約30%的範圍(例如：加熱的區段的至少一者的長度的大約10%至大約25%)。在一實施例中，每一相對應的加熱的區段**901**、**903**、**905**、**907**、**909**可具有：大約800毫米(mm)的長度(其中每一重疊的區域**911**、**913**、**915**、**917**具有大約100mm的重疊的長度)。提供區段和可選擇的重疊的區域可有助於達成：沿著整個分離路徑(該分離路徑沿著玻璃帶延伸)的足夠程度的熱應力。

【0100】 如同進一步地在第**9**圖中顯示者，可利用鏡子(例如：在前文中討論的拋物面鏡**229**)來重新定向雷射光束的一部分以產生缺陷**801**。可替代性地，如同所顯示者，可提供一光學配置，其中在該光學配置中鏡子(例如：示例說明的平面鏡**919**)沿著路徑**228a**、**303**和在路徑**228a**、**303**之間反射雷射以聚焦(例如，利用透鏡**921**)

在位置**331**處而提供：在前文中相關於**第7圖**討論的類似的或相同的光束點分佈(*profile*)。如同所顯示者，可在上游處提供透鏡**921**(在雷射被鏡子**919**反射之前)，以使得雷射光束在被鏡子**919**反射之前開始聚焦。在替代性的實施例中，透鏡**921**可位於鏡子**919**的下游處，以使得雷射光束在被鏡子**919**反射之後開始聚焦。雖然在**第9圖**中平面鏡**919**和透鏡**921**被顯示為重新定向雷射光束的部分的方法，此一配置可被提供於本揭露的實施例的任何者中。

【**0101**】 本揭露的一些實施例顯示：雷射光束點行進而跨越玻璃帶的基本部分(例如：玻璃帶的整個尺寸)，以及在其他的實施例中，雷射光束點亦被顯示為行進離開玻璃帶。因此，分離路徑**151**、**163**可類似地延伸而跨越玻璃帶的基本部分(例如：玻璃帶的整個尺寸)。舉例而言，如同所示例說明者，雷射光束點**209**沿著玻璃帶**103**的整個寬度「**W**」而從第一外邊緣**153**至第二外邊緣**155**通過，以使得：分離路徑**151**延伸玻璃帶**103**的整個寬度「**W**」。類似地，如同進一步地在**第1圖**中示例說明者，雷射光束點**209**沿著玻璃片**104**的整個長度「**L2**」而從第一邊緣**165**至第二邊緣**167**通過，以使得：分離路徑**163**延伸玻璃片**104**的整個長度「**L2**」。在一些實施例中，分離路徑**151**、**163**可從大約**50 mm**至大約**5000 mm**(例如，從大約**50 mm**至大約**1000 mm**)(雖然在另外的實施例中雷射光束點**209**可沿著較長的或較短的路徑行進)。

【0102】雖然在另外的實施例中可提供橢圓形的點形狀或其他的點形狀，雷射光束點**209**可包含：圓形的點。雖然在另外的實施例中可提供其他的尺寸，在被聚焦的腰部處的圓形的雷射光束點的最小直徑當被決定為該點的強度分佈的 $1/e^2$ 時可為：從大約1 mm至大約2 mm。類似地，雖然在另外的實施例中可提供其他的尺寸，橢圓形的點形狀或其他的點形狀的最大長度可為：從大約1 mm至大約3 mm。舉例而言，當利用固定的雷射光束時，雷射光束點形狀可為大致上細長的並且具有數十厘米的長度（例如，超過1米的長度）。一個或複數個固定的雷射光束點可被使用以暴露分離路徑**151**。

【0103】如同在前文中所描述者，且如同由在**第3圖**中的路徑**301**所指示者，雷射光束可掃過分離路徑的至少一個端部（例如：分離路徑**151**的上游端**222**和/或下游端**501**）。確實地，如同由在**第3圖**中的路徑**301**所指示者，雷射光束可掃過分離路徑**151**的上游端**222**。此外，如同由在**第6圖**中的路徑**601**所指示者，在另外的實施例中，雷射光束可掃過分離路徑**151**的下游端**501**。提供其中雷射光束掃過上游端**222**和下游端**501**二者的一配置可有助於：將分離路徑**151**對於雷射光束加熱的暴露程度最大化並且確保分離路徑**151**的所有的部分達到足夠程度的熱應力。此外，允許雷射光束掃過上游端或下游端的至少一者會允許拋物面鏡**229**或其他的鏡子重新定向行進離開分離路徑的端部的雷射光束的能量，其中該雷射光束的

該能量被重新定向以暴露分離路徑**151**的位置**331**而進一步地加熱分離路徑的此部分。

【0104】如同進一步地在第**6圖**中示例說明者，當沿著玻璃帶暴露分離路徑**151**時，玻璃帶可被設置成使得整個分離路徑**151**位於雷射光束的焦點深度「**DOF** (depth of focus)」內。焦點深度「**DOF**」可藉由下列公式計算得到：

$$\text{DOF} = \left(\frac{8\lambda}{\pi} \right) \left(\frac{F}{D} \right)^2$$

其中「**F**」係透鏡**207**的焦距、「**D**」係在透鏡之前的光束直徑和「**λ**」係波長。

【0105】將整個分離路徑**151**設置在雷射光束**203**的焦點深度內可有助於：增加從雷射光束至分離路徑**151**的能量轉移的效率。由於雷射光束的焦點深度超過在進行分離期間的玻璃翹曲的幅度、在進行分離期間的玻璃帶的厚度變化和移動，焦點深度促進：具有變化的厚度的非平坦的玻璃的分離，該非平坦的玻璃亦可相對於雷射光束產生器**201**移動（或朝相對於雷射光束產生器**201**的達到某種程度的改變的方向移動）。在一些實施例中，雖然在另外的實施例中可提供其他的焦點深度，焦點深度「**DOF**」可為：從大約**20 mm**至大約**400 mm**（例如，從大約**20 mm**至大約**200 mm**）。

【0106】此外，在一些實施例中，整個玻璃帶（除了玻璃帶的路徑之外）可被設置在焦點深度內。雷射光束的焦

點深度可以大到足以超過玻璃厚度的變化、玻璃翹曲或玻璃帶的位置的其他的可能的改變，因此超過在玻璃帶上的分離路徑（在進行本揭露的方法期間相對於雷射光束產生器而言）。

【0107】 此外，在一些實施例中，當重複地使得雷射光束點沿著分離路徑**151**通過時，在玻璃帶的主表面上的雷射光束點**209**的尺寸會改變（特別是在分離路徑的端部附近）。舉例而言，當雷射光束**203**沿著掃描路徑**603**或掃描路徑**605**聚焦時，在玻璃帶的主表面上的雷射光束點**209**的尺寸可沿著分離路徑**151**變化（雖然可提供其他的掃描路徑，而玻璃帶依然被保持在焦點深度內）。

【0108】 如同在**第7圖**中顯示者，如果沿著掃描路徑**605**行進，由於沿著分離路徑**151**的雷射光束點**209**的直徑和形狀的改變，雷射光束點**209**可沿著分離路徑**151**施加變化的功率密度（如同由示例說明的截斷的橢圓形的功率密度區域**701**表示者）。在玻璃帶的表面上的雷射光束點**209**的橢圓形的功率密度區域**701**係截斷的（因為在顯示於**第7圖**中的實施例中雷射光束點有意地行進離開玻璃帶），其中功率密度的剩餘部分係利用鏡子（例如：拋物面鏡**229**）被重新定向至位置**331**（其中另一端部可包含可選擇的非截斷的橢圓形的功率密度區域（其中雷射進行離開玻璃帶的第二外邊緣**153**））。

【0109】 當外邊緣部分**211a**、**211b**包含增厚的邊緣珠粒時，使用二個雷射光束**203**來分離玻璃帶可能甚至更

為有利的，該等雷射光束產生：位於增厚的邊緣（例如：邊緣珠粒）附近或在增厚的邊緣處的最大功率密度，其中分別的雷射光束點的部分在玻璃帶的中央區域中重疊。因為最大功率密度位於靠近增厚的邊緣之處或位在增厚的邊緣處，可在增厚的邊緣珠粒處達到較高的熱應力，而導致增加的熱應力。同時地，與由雷射光束點的尾部提供的相對較低的功率密度部分地重疊可由於來自重疊的雷射光束點的雙重暴露而提供增強的熱應力。此重疊亦可在顯示於**第9圖**中的重疊的區域**911**、**913**、**915**、**917**處提供，其中雙重的暴露可考慮到在加熱的區段的外端處的較低的功率密度以有助於：達成沿著整個分離路徑（該分離路徑沿著玻璃帶延伸）的足夠程度的熱應力。

【0110】 分離路徑**151**的局部加熱產生在玻璃帶的不同部分之間的一溫度差，該溫度差沿著分離路徑**151**產生熱應力。可進行加熱分離路徑**151**的程序（如同在前文中討論者）直到達到預先決定的程度的應力為止。在一些實施例中，較佳的預先決定的程度的應力係對應於沿著分離路徑**151**的溫度的應力，該溫度係玻璃的應變溫度點的從大約70%至大約100%的範圍（例如：玻璃的應變點的從大約80%至大約100%的範圍（例如：玻璃的應變點的從大約90%至大約100%的範圍（例如：玻璃的應變點的大約95%至大約100%的範圍）））。此程度的加熱避免了在玻璃帶中產生殘餘的應力。在另外的實施例中，預先決定的程度的應力係對應於沿著分離路徑**151**的溫度的應

力，該溫度係玻璃的從應變點最多至退火點的範圍。雖然可能有較低的溫度，有時候可能會希望達到相對較高的溫度以將沿著分離路徑**151**的熱應力最大化。提供相對高的熱應力可有助於減低：在施用於後文中更為充分地討論的缺陷之後的分離時間。在一些實施例中，分離時間可為：在產生缺陷之後的從大約0.1秒至大約3秒的範圍（雖然在另外的實施例中可能有其他的分離時間）。

【0111】 加熱分離路徑至所欲程度的熱應力所需要的時間可取決於寬廣範圍的因素（例如：雷射功率、玻璃的類型、玻璃的尺寸、玻璃的厚度或其他的因素）。在一些實施例中，分離路徑**151**、**163**可在具有從大約300W至大約1.5kW的CO₂雷射功率和從大約0.1mm至大約3mm的玻璃厚度的情況下於從大約0.1秒至大約5秒的範圍中被充分地加熱。

【0112】 如同在前文中所闡述者，分離玻璃帶（例如：玻璃帶、玻璃片等等）的方法可包含：將在玻璃帶上的分離路徑**151**暴露於至少一個雷射光束點**209**以沿著分離路徑產生熱應力而不會損壞玻璃帶的步驟。該方法亦可包含以下所述之步驟：當該分離路徑處於在進行將在該玻璃帶上的該分離路徑暴露於至少一個雷射光束點**209**的步驟期間產生的熱應力下時，在該分離路徑上產生一缺陷，於是該玻璃帶響應於產生該缺陷而沿著該分離路徑分離。

【0113】 在一實施例中，在進行將分離路徑暴露於至少一個雷射光束點**209**的步驟期間且在沿著分離路徑**151**

實現預先決定的程度的熱應力之後產生缺陷。確實地，當整個分離路徑處於預先決定的程度的熱應力下時，缺陷的引發直接地導致：玻璃帶響應於產生該缺陷而沿著分離路徑分離。分離可當產生缺陷時開始進行或者可在產生缺陷之後立即開始進行。因此，玻璃帶的分離可作為缺陷的直接結果來發生，該缺陷沿著整個分離路徑快速地擴展成一全身的裂痕以基於利用雷射光束點**209**來達成的預先決定的程度的熱應力並且在沒有其他的分離力(例如，彎曲、淬火(*quenching*)或以其他的方式對於玻璃片施加應力)的幫助下分離玻璃帶。如同在此所使用者，詞彙「全身的裂痕(*full body crack*)」意指為：延伸穿過玻璃帶的整個厚度的裂痕。當與傳統的技術作比較時，根據本揭露的態樣的用以分離玻璃纖維網(例如：玻璃帶)的時間可顯著地減少分離玻璃纖維網所需要的時間。因此，本揭露的態樣在希望進行玻璃纖維網的快速的分離(相對於傳統的技術)的應用中可為有利的。舉例而言，在增加拉製速度的應用中，快速的分離可為有利的以允許分離在玻璃帶的既定的行進長度內發生。此外，本揭露的方法甚至可以在升高的溫度條件下分離玻璃帶。舉例而言，雖然當玻璃帶處於室溫時可發生分離，在玻璃帶處於通常低於玻璃應變點的升高的溫度(例如，處於最高至400°C的溫度(雖然在另外的實施例中可提供其他的最大溫度))下的時候亦可發生分離。因此，本揭露的方法可在玻璃帶進行成

形程序期間(或在進行其他的處理程序期間)並且在玻璃帶被冷卻之前提供分離。

【0114】 在一實施例中，如同在**第8圖**中顯示者，在前文中討論的實施例的任何者中，產生缺陷的步驟可在執行將選擇的分離路徑暴露於至少一個雷射光束點**209**以沿著分離路徑產生熱應力的步驟的同時被執行。當暴露分離路徑時產生缺陷可有助於維持沿著分離路徑的足夠程度的熱應力以提供：直接地響應於產生缺陷而發生的快速的分離。在一些實施例中，暴露選擇的分離路徑的步驟可以在開始進行產生缺陷的步驟之後完成，並且甚至可以繼續進行，直到沿著分離路徑的玻璃帶的分離完成為止。在暴露分離路徑的同時產生缺陷的另一優點係：減低發生無法控制的破裂的機率，該破裂可能在暴露(加熱)期間開始發生(當在暴露之前產生缺陷的時候)。此者可促進強化玻璃、夾層的玻璃結構，及具有高內部應力的任何的其他的玻璃產品的可靠的分離。然而，在暴露路徑的同時產生缺陷的另一優點係：減少分離所需要的總體時間。

【0115】 在另外的實施例中，暴露選擇的分離路徑**151**的步驟可以就在產生缺陷之前完成、可以在缺陷被產生的時候完成、可以在產生缺陷之後立即完成，或者在產生缺陷不久後完成。在此些實施例中，當具有沿著分離路徑的足夠的殘餘的熱應力時依然可以產生缺陷以提供沿著分離路徑的分離。在一些實施例中，然而，可藉由當產生缺陷時並且甚至在產生缺陷之後(例如，在玻璃帶的整個分

離期間)繼續將分離路徑**151**暴露於至少一個雷射光束點**209**的方式來增加分離的速度。確實地，當產生缺陷時繼續暴露分離路徑可藉由維持預先決定的熱應力(例如：沿著分離路徑的最大熱應力)來增加分離的速度。然而，分離路徑的過度暴露應被避免以將由於過度加熱所造成的沿著分離的邊緣的殘餘的應力最小化(或防止產生由於過度加熱所造成的沿著分離的邊緣的殘餘的應力)。

【0116】 可利用各種各樣的方式來執行產生缺陷的步驟。舉例而言，如同在**第1圖**中示意性地顯示者，在一實施例中，可藉由(例如)利用機械工具**168**(例如：刻劃刀輪、壓頭、旋轉工具(旋轉盤)、金剛石尖端等等)來機械性地接合玻璃帶**103**的方式而產生缺陷。確實地，劃線器的尖端可產生缺陷**801**(例如：表面瑕疵(例如：表面裂痕))。在另外的實施例中，缺陷可作為點缺陷或刻劃線來提供。雖然未被顯示出來，支撐裝置(例如：空氣軸承或機械接觸支撐構件)可被提供以有助於抵消由劃線器施加的力而促進缺陷**801**的產生。

【0117】 在另一實施例中，如同在**第1圖**中顯示者，缺陷可利用雷射光束產生器**169**來產生，該雷射光束產生器**169**不同於被使用以加熱分離路徑**151**的雷射光束產生器**201**。如同在**第1圖**中顯示者，雷射光束產生器**169**可與玻璃分離設備**149**分離。在另外的實施例中，雷射光束產生器**169**可被裝設為與玻璃分離設備**149**一起移動。舉例而言，如同在**第2圖**、**第4圖**至**第6圖**、**第8圖**和**第9圖**

中顯示者，雷射光束產生器**169**可被裝設至玻璃分離設備**149**的框架、底座或其他的結構特徵。在一些實施例中，玻璃分離設備**149**的移動可導致：雷射光束產生器**169**的相對應的移動。在此些實施例中，將雷射光束產生器**169**裝設為與玻璃分離設備**149**一起移動可簡化雷射的對準以在適當的時刻照射位置**331**。確實地，在玻璃分離設備**149**跟隨著移動的玻璃帶以加熱分離路徑**151**的實施例中，雷射光束產生器**169**可同樣地移動並且總是聚焦在分離路徑**151**的位置**331**上，而不需要雷射光束產生器**169**調整其位置以追蹤移動的帶或在與帶一起移動的位置**331**和雷射光束產生器**169**對準的確切的時刻啟動雷射光束產生器**169**的時間。此外，雷射光束產生器**169**可被裝設在與帶**103**相距一足夠遠的距離（例如：與帶相距1.5公尺或更遠）處以減小從玻璃帶**103**至雷射光束產生器**169**的熱的幅射。因此，可避免：由於來自玻璃帶**103**的熱所造成的雷射光束產生器**169**的增強的昂貴的冷卻。

【0118】 在一實施例中，雷射光束產生器**169**可產生：一脈衝雷射，該脈衝雷射可被使用以產生缺陷**801**（例如：表面瑕疵（雖然可提供次表面瑕疵））。在一些實施例中，由雷射光束產生器**169**產生的缺陷**801**可包含：裂痕、點缺陷、刻劃線，或其他的缺陷，其中此缺陷可以可選擇地藉由燒蝕程序來產生。在一些實施例中，雷射光束產生器**169**可包含處於脈衝突發模式的較低功率的CO₂雷射以產生：由於由CO₂雷射脈衝突發所引發的熱應力所

造成的缺陷**801**。在另外的實施例中，雷射光束產生器**169**可包含：可引發由於脈衝引發的燒蝕所造成的缺陷**801**的短脈衝二極體激發式固態雷射(DPSS雷射)。在本揭露的實施例中的任何者中，缺陷**801**可包含沿著分離路徑**151**的方向延伸的細長的燒蝕以有助於適當地引導沿著分離路徑**151**的玻璃帶的分離。

【0119】 在另一實施例中，缺陷**801**可被相同的雷射光束產生器**201**引發，該雷射光束產生器**201**被使用以加熱分離路徑**151**而產生沿著分離路徑**151**的應力分佈。確實地，如同先前所討論者，在一些實施例中，由雷射光束產生器**201**產生的雷射光束的一部分可被重新定向以進一步地加熱位置**331**而產生缺陷**801**。使用相同的雷射光束產生器**201**可降低設備的複雜度，同時一旦沿著分離路徑**151**實現足夠程度的應力，依然允許缺陷**801**的引發。確實地，當分離路徑**151**被提供有沿著分離路徑的所欲的應力分佈時，位置被進一步地加熱而處於較高的溫度，其中缺陷**801**(例如：燒蝕)被設計為一旦實現沿著分離路徑**151**的所欲的應力分佈就會出現。因此，一旦位置**331**對於由雷射光束產生器**201**產生的雷射光束的暴露程度足以沿著分離路徑**151**而在玻璃帶**103**中產生缺陷**801**，由於分離路徑**151**已經被相同的雷射光束產生器**201**加熱以產生沿著分離路徑**151**的所欲的應力分佈的緣故，發生了玻璃帶的分離。

【0120】 在一些實施例中，缺陷可位於面向外面的側（其中面向外面的側相對於玻璃帶暴露於雷射光束點的側）上。在另外的示例中，缺陷可位於暴露於雷射光束點的面向內部的側上，並且甚至可以在玻璃帶的兩側上包含缺陷。更進一步地，缺陷亦可位於帶的外邊緣上、位於一個邊角上、位於二個邊角上（例如：2個缺陷），或者缺陷可為：從面向內部的表面延伸至面向外面的表面的連續的缺陷。

【0121】 在一些實施例中，將缺陷提供為刻劃線可能有利於幫助：沿著分離路徑**151**、**163**的方向引導適當的全身的裂痕。舉例而言，刻劃線可具有：沿著分離路徑**151**、**163**延伸的長度和與分離路徑垂直的寬度。刻劃線可包含具有表面燒蝕的形式的燒蝕線，該表面燒蝕可形成表面凹槽或在一些實施例中的其他的瑕疵。示例性的刻劃線可具有寬廣範圍的長度和寬度（例如：在從大約0.5 mm至大約5 mm的範圍內的長度和從大約0.1 mm至大約0.3 mm的寬度）。若作為一表面缺陷來提供，缺陷的深度可為：從大約5微米（micrometer）至大約500微米（其中取決於玻璃的類型）。舉例而言，在利用化學強化玻璃的情況中，可提供較深的缺陷以穿過玻璃帶的化學強化層。

【0122】 缺陷**801**可被提供在沿著分離路徑**151**、**163**的任何的位置處（例如，在分離路徑上）。在一實施例中，缺陷位於玻璃帶的第一外邊緣和第二外邊緣**153**、**155**中的一者的附近。在一實施例中，將缺陷設置在第一外邊緣

153 (其中雷射光束點**209**的掃描開始於第一外邊緣**153**處(如同在後文中描述者))附近可能為有利的。舉例而言,如同在**第8圖**中顯示者,缺陷**801**可被施加在玻璃帶**103**的第一外邊緣**153**與玻璃帶**103**的第二外邊緣**155**之間,或在另外的實施例中缺陷可被提供在第一邊緣和/或第二邊緣處。在第一邊緣與第二邊緣之間施用缺陷可有利於幫助確保:裂痕開始在缺陷的位置處(而非可能存在於玻璃帶的邊緣處的邊緣瑕疵)擴展。再者,在玻璃帶**103**的第一邊緣與第二邊緣間施用缺陷亦可導致:玻璃帶的較快的分離。在一些實施例中,缺陷可在增厚的邊緣珠粒上產生,該增厚的邊緣珠粒經常在玻璃帶**103**的外邊緣部分**211a**、**211b**處見到。可替代性地,如同在**第8圖**和**第9圖**中顯示者,缺陷可以可選擇地被提供在增厚的邊緣珠粒的內側。如同在**第8圖**和**第9圖**中顯示者,在一些實施例中,可以在相距第一邊緣(例如,**153**、**165**)一距離「**D**」處產生缺陷**801**,其中在一些實施例中,「**D**」係0 mm(其中缺陷**801**係在外邊緣處產生)。在一些實施例中,缺陷**801**可在一距離「**D**」(從0 mm至大約50 mm(例如:從0 mm至大約35 mm(例如:從0 mm至25 mm(例如:從大約0 mm至大約10 mm))))處產生。事實上,缺陷**801**可以在沿著分離路徑的任何的位置處產生。此外,可以沿著分離路徑產生二個或任何的複數個缺陷,並且可以在從第一邊緣朝向第二邊緣的方向上、在從第二邊緣至第一邊緣的方向上發生分離,或者可以在朝向第一邊緣和第二邊緣

二者的兩個方向上發生分離。舉例而言，可以在分離路徑的中央部分處提供一個或複數個缺陷**801**，其中分離可以與同時地以相反的方向（意即，朝向第一邊緣和第二邊緣）擴展的一或多個裂痕一起發生。

【0123】 在一些實施例中，可以在分離路徑的中央部分處或在較靠近於玻璃帶**103**的第一邊緣或第二邊緣之處產生缺陷。在一實施例中，如同在**第8圖**中顯示者，可以在較靠近於第一外邊緣**153**之處（相較於第二外邊緣**155**）產生缺陷**801**。當雷射光束點**209**沿著從玻璃帶的第一外邊緣**153**朝向玻璃帶的第二外邊緣**155**的單一的方向**225**行進時（如同在前文中討論者），在較靠近於玻璃帶的第一外邊緣**153**之處（例如：相距第一外邊緣**153**一距離「**D**」）提供缺陷**801**可能為特別有利的。在此一實施例中，玻璃帶**103**的第一外邊緣**153**係在沿著雷射光束點**209**於單一的方向**225**上的行進路徑的上游處。由於全身的裂痕傾向於沿著雷射光束點**209**的單一的方向**225**擴展，將缺陷設置為較靠近於玻璃帶的第一外邊緣**153**可有助於使得全身的裂痕跨越於玻璃帶在方向**225**上的寬度（或長度）並且往下游處快速地擴展。此外，缺陷**801**可位於足夠靠近的距離「**D**」處而亦允許全身的裂痕往上游處擴展以與第一外邊緣**153**相交。

【0124】 此外，參照**第9圖**，雷射光束**902**、**904**、**906**、**908**、**910**可以被定時以允許每一雷射光束的雷射光束點以順序性的模式而沿著相對應的單一的方向**225a**、

225b、**225c**、**225d**、**225e** 行進，以使得相鄰的雷射光束點可以沿著重疊的區域**911**、**913**、**915**、**917** 共存。因此，雷射光束點基本上可以跨越於玻璃帶的總體寬度或長度並且沿著單一的方向連續地行進以幫助：快速地沿著整個分離路徑推進全身的裂痕。

【**0125**】 可應用在前文中討論的方法中的任何者以分離玻璃纖維網(例如：玻璃片或玻璃帶)。因此，相關於玻璃帶**103** 討論的實施例亦可應用於玻璃片**104** 或其他玻璃纖維網。舉例而言，如同相關於**第1圖** 所示例說明者，分離路徑**151** 可跨越玻璃帶**103** 的寬度「**W**」並且在玻璃帶**103** 的第一外邊緣**153** 與玻璃帶**103** 的第二外邊緣**155** 之間延伸。在此些實施例中，產生缺陷會將玻璃片**104** 從玻璃帶**103** 中分離(如同在**第1圖** 中顯示者)。在亦被示例說明於**第1圖** 中的另外的實施例中，分離路徑**163** 可沿著玻璃片**104** 的長度「**L2**」並且在玻璃片的第一邊緣**165** 與玻璃片的第二邊緣**167** 之間延伸。在此些實施例中，產生缺陷可將玻璃片**104** 的邊緣部分**159** 與玻璃片**104** 的中央部分**161** 分離。

【**0126**】 前述的方法中的任何者可促進廣寬範圍的玻璃帶的分離，該等玻璃帶可以是平坦的(如同所顯示者)或可以具有非平坦的(例如，翹曲的)的結構(例如，被彎曲成**C**-形狀、**S**-形狀，或其他的結構)。此外，該等方法中的任何者可促進：具有大致上均勻的厚度或非均勻的變化的厚度的玻璃帶的分離。舉例而言，如同所顯示者，可

以分離：具有相對較厚的邊緣珠粒和相對較薄的中央部分的玻璃帶。

【0127】 在另一實施例中，當玻璃帶相對上為固定的時候或當玻璃帶進行移動的時候，玻璃帶可以被分離。舉例而言，當玻璃帶進行移動（如同該玻璃帶從成形構件被拉伸出來）時或如果玻璃帶相對於成形構件略微擺動和/或扭曲，玻璃帶可被分離。更進一步地，本揭露的方法中的任何者可被使用以分離處於升高的溫度下的玻璃帶，該升高的溫度並未超過近似於玻璃帶的應變點的溫度。

【0128】 此外，本揭露的方法可被使用以分離非強化玻璃或強化玻璃。舉例而言，方法可被使用以分離強化玻璃帶（例如：化學強化玻璃帶），該強化玻璃帶包含：處於擠壓狀態下的至少一個外層和處於張力下的另一個層。在一個特定的實施例中，本揭露的方法可被使用以分離在二個側上被強化的強化玻璃帶，其中玻璃帶的二個主表面處於擠壓狀態下並且玻璃帶的中央部分處於張力下。

【0129】 在另外的實施例中，本揭露的方法可被使用以分離包含夾層玻璃帶層的玻璃帶。在一實施例中，夾層結構可被提供有擠壓的表面層和處於張力下的中間層。在另一實施例中，夾層結構可被提供有二個擠壓的表面層，其中具有被夾在兩個擠壓層之間並且處於張力下的中間層。在更進一步的實施例中，本揭露的方法可被使用以分離夾層玻璃帶層，其中複數個層中的至少二者包含：不同的組成和/或不同的熱膨脹係數。在其他的實施例中，玻

璃帶可為：化學強化玻璃帶或熱強化玻璃帶，其中玻璃帶包含：藉由離子交換或熱處理產生的表面擠壓應力層。

【0130】 在另外的實施例中，雷射光束的焦點深度可超過：玻璃帶厚度變化的幅度、翹曲的幅度、相對於光束源的玻璃移動的幅度，或處理條件中的其他的變動。

【0131】 第10圖至第17圖顯示：可當玻璃帶沿著玻璃帶的長度的方向移動時分離玻璃帶103的示例性的設備和方法。除非另有說明，在前文中參照第1圖至第9圖並且進行討論的本揭露的態樣可應用於第10圖至第17圖的示例性的設備和方法。

【0132】 第10圖至第13圖示例說明：用於將玻璃片104從玻璃帶103中分離的示例性的玻璃分離設備1049。第14圖至第17圖示例說明：用於將玻璃片104從玻璃帶103中分離的另一示例性的玻璃分離設備1449。第10圖至第13圖和第14圖至第17圖的實施例可類似於或相同於在第1圖至第9圖中顯示的實施例，但是可被簡化以可選擇地移除反射器205a-c中的一或多個。每一玻璃分離設備1049、1449包含：至少一個雷射器（例如：產生雷射光束203的雷射光束產生器201（如同在前文中更為完整地討論者））。每一玻璃分離設備1049、1449進一步包含：第一反射器（例如：在前文中討論的多邊形反射器215）。如同先前提到者，多邊形反射器215可包含：先前討論的第一反射表面。第一反射表面可圍繞第一旋轉軸218旋轉（例如，以逆時針方向

217)。如同在前文中提到者，在一些實施例中，多邊形反射器**215**的第一反射表面**219**可包含：類似於或相同於先前討論的8個反射表面區段**219a-h**的複數個反射表面區段。如同進一步地在**第10圖至第13圖**和**第14圖至第17圖**的實施例中顯示者，複數個反射表面區段可圍繞第一旋轉軸**218**旋轉(例如，以逆時針方向**217**)以從反射表面區段反射雷射光束**203**而使得結果的雷射光束點**209**重複地沿著在玻璃帶**103**上的分離路徑**151**並且以與輸送方向**1001**橫切的方向(例如：玻璃帶的寬度「**W**」的方向)通過以沿著分離路徑**151**產生熱應力。

【**0133**】如同在被描繪於**第10圖至第13圖**和**第14圖至第17圖**中的實施例中顯示者，用於將玻璃片**104**從玻璃帶**103**中分離的玻璃分離設備**1049**、**1449**進一步包含：一第二反射器**205d**、**1401**，該第二反射器**205d**、**1401**包含：可圍繞相對應的第二旋轉軸**227**、**1403**並且沿著方向**1003**、**1405**旋轉以反射雷射光束**203**而使得雷射光束點**209**沿著輸送方向**1001**移動的分別的第二反射表面**206**、**1402**。在一些實施例中，方法包含以下步驟：以雷射光束點速度移動雷射光束點**209**，該雷射光束點速度包含：與在輸送方向**1001**上的玻璃纖維網速度向量相等的在輸送方向**1001**上的雷射光束點速度向量。因此，即使玻璃帶**103**沿著輸送方向**1001**(例如：拉製方向)移動，雷射光束點**209**仍保持在相同的分離路徑**151**上以連續地加熱分離路徑**151**並且因此連續地沿著分離路徑

151 增加熱應力。在向下拉製程序中，雷射光束點 **209** 可包含：與在拉製方向 **1001** 上的玻璃帶的速度相等（或大致相等）的在拉製方向 **1001** 上的速度向量。因此，即使玻璃帶沿著玻璃帶 **103** 的拉製方向移動，雷射光束點 **209** 仍保持在玻璃帶 **103** 的相同的分離路徑 **151** 上以連續地加熱分離路徑並且因此連續地沿著分離路徑 **151** 增加熱應力。

【**0134**】 如同在**第10圖至第13圖**和**第14圖至第17圖**中顯示者，第一旋轉軸 **218** 可與第二旋轉軸 **227**、**1403** 垂直（雖然第一軸和第二軸可以相對於彼此的另一角度來定向（其中取決於雷射光束點 **209** 的光學配置和 / 或所欲的特性））。

【**0135**】 在一些實施例中，第一反射器可被設置在相對於第二反射器的上游處或下游處。舉例而言，**第10圖至第13圖**的玻璃分離設備 **1049** 示例說明：一實施例，其中第二反射器 **205d** 被設置在第一反射器 **215** 的上游處，以使得雷射光束 **203** 在反射離開第一反射器 **215** 的第一反射表面 **219** 之前反射離開第二反射器 **205d** 的第二反射表面 **206**。如同在**第2圖至第7圖**中顯示者，可圍繞第二旋轉軸 **227** 旋轉的第二反射器 **205d** 可以被提供於前文中更為完整地討論的玻璃分離設備 **149** 中。在此些實施例中，玻璃分離設備 **149** 可包含：圍繞第二旋轉軸 **227** 來旋轉第二反射表面 **206** 的選項。在一些實施例中，分離設備可允許：避免第二反射表面 **206** 的旋轉的選擇。在其中玻璃帶

並不沿著玻璃帶的長度移動的應用中，可能會希望避免第二反射表面**206**的旋轉。

【0136】可替代性地，**第14圖至第17圖**的玻璃分離設備**1449**示例說明：一實施例，其中第一反射器**215**被設置在第二反射器**1401**的上游處，以使得雷射光束**203**在反射離開第二反射器**1401**的第二反射表面**1402**之前反射離開第一反射器**215**的第一反射表面**219**。在此一實施例中，可使用顯示於**第2圖至第7圖**中的配置，其中反射器**205a-d**的所有者並不包含旋轉的能力。因此，玻璃分離設備可被使用在其中玻璃帶並不沿著玻璃帶的長度移動的應用中。可替代性地，除了允許雷射光束點在玻璃帶的長度的方向上的移動之外，可提供第二反射器**1401**。

【0137】在一些實施例中，至少一個雷射光束產生器**201**可產生複數個雷射光束點**209**，該等雷射光束點**209**個別地沿著分離路徑**151**的相對應的加熱的區段產生熱應力。舉例而言，如同在**第9圖**中顯示者，示例說明的第二反射器**205d**中的每一者可包含：一反射表面，該反射表面可圍繞第二旋轉軸**227**旋轉以允許加熱的區段**901、903、905、907、909**中的每一者沿著玻璃帶的輸送方向行進而連續地將分離路徑**151**暴露於每一雷射光束的分別的雷射光束點。

【0138】在一些實施例中，可以在沒有第一反射器**215**的情況下提供第二反射器**205d、1401**。在此些實施例中，至少一個雷射光束產生器可被設計為產生：沿著玻璃

帶的整個寬度(或大於玻璃帶的整個寬度)延伸的單一的雷射光束點。可替代性地,至少一個雷射光束產生器可產生複數個固定的雷射光束點(例如,該等雷射光束點可以可選擇地在彼此間部分地重疊),該等雷射光束點一起沿著玻璃帶的整個寬度(或大於玻璃帶的整個寬度)延伸。在此些實施例中,因為固定的單一的細長的雷射光束點或複數個固定的雷射光束點跨越分離路徑的整個寬度,並不需要沿著分離路徑行進的單一的雷射光束點。在此些實施例中,可提供第二反射器**205d**、**1401**以允許單一的雷射光束點或複數個雷射光束點與玻璃帶一起沿著玻璃帶的輸送方向**1001**(例如:拉製方向)移動而連續地加熱分離路徑**151**(即使玻璃帶沿著輸送方向**1001**移動)。

【0139】現在將描述:將玻璃片**104**從玻璃帶**103**中分離的方法。該方法包含:沿著玻璃帶的長度的方向移動玻璃帶**103**的步驟。在一些實施例中,玻璃帶**103**可從先前產生的玻璃帶的捲軸移動(例如從先前產生的玻璃帶的捲軸中被展開,其中玻璃帶的被展開的部分沿著玻璃帶的長度行進。在此一實施例中,玻璃帶的捲軸可被展開,其中玻璃片可從玻璃帶中分離,而不中斷從玻璃帶的捲軸展開玻璃帶的程序。此外,玻璃帶**103**的示例說明的實施例被顯示為:在輸送方向**1001**(例如:拉製方向)上(諸如為在重力的方向上)移動,其中拉製方向係與玻璃帶的長度的方向和玻璃帶的輸送方向相同的方向。在替代性的實施例中,玻璃帶可以一角度移動或甚至沿著與重力垂直的方向

移動。確實地，玻璃帶**103**可在運輸期間和/或在對於玻璃帶進行處理期間沿著玻璃帶的長度(例如在空氣棒(**air bar**)上)水平地行進。在此些實施例中，當玻璃帶沿著橫向的(例如，水平的)輸送方向行進時，玻璃片**104**可從玻璃帶**103**中分離。

【0140】 該方法可進一步包含以下步驟：將在玻璃帶**103**上的分離路徑**151**暴露於至少一個雷射光束點**209**以沿著分離路徑**151**產生熱應力，而不會損壞玻璃帶**103**。分離路徑**151**被認為是：位於第一主表面**213**上的路徑，其中在位於該第一主表面**213**上的該路徑中將會(例如)藉由響應於缺陷的產生而沿著分離路徑(並且穿過從玻璃帶的第一主表面至玻璃帶的第二主表面的玻璃帶的整個厚度)形成的全身的裂痕(在後文中更為完整地討論者)來發生分離。分離路徑**151**可在玻璃帶的寬度「**W**」的方向上延伸。舉例而言，分離路徑可以可選擇地垂直於長度「**L1**」，以使得分離路徑**151**的結果的方向向量與玻璃帶的寬度「**W**」的結果的方向向量相同。在此一實施例中，分離可導致：玻璃帶包含沿著分離路徑(該分離路徑垂直於玻璃帶**103**的外邊緣**153**、**155**(意即：彼此互為平行的外邊緣**153**、**155**))延伸的分離的邊緣。可替代性地，分離路徑可以處於：除了與長度「**L1**」垂直之外的一角度，其中分離路徑**151**的結果的方向向量與玻璃帶的寬度「**W**」的結果的方向向量不同。在此一實施例中，分離可導致：玻璃帶包含沿著分離路徑(該分離路徑處於

相對於外邊緣**153**、**155**(意即：平行的外邊緣**153**、**155**)中的一者的銳角和相對於平行的外邊緣**153**、**155**中的另一者的鈍角)延伸的分離的邊緣。

【0141】如同在圖式中顯示者和在前文中討論者，方法可包含以下步驟：使得至少一個雷射光束**203**在玻璃帶**103**的主表面(例如：第一主表面**213**)上交集於相對應的雷射光束點**209**處。該方法可包含以下步驟：重複地使得雷射光束點**209**沿著分離路徑**151**並且在玻璃帶**103**的寬度「**W**」的方向**225**上通過以沿著分離路徑**151**產生熱應力。在一些實施例中，雷射光束點**209**可沿著單一的方向(例如，沿著方向**225**)並且沿著從玻璃帶**103**的第一外邊緣**153**朝向玻璃帶**103**的第二外邊緣**155**的方向行進，而不沿著從玻璃帶**103**的第二外邊緣**155**至玻璃帶**103**的第一外邊緣**153**的相反方向行進。

【0142】示例性的方法可包含以下步驟：將至少一個雷射光束**203**反射離開圍繞第一旋轉軸**218**旋轉的第一反射器**215**的第一反射表面**219**以使得雷射光束點**209**重複地沿著分離路徑**151**並且在玻璃帶**103**的寬度「**W**」的方向**225**上通過。如同在前文中討論者，第一反射器**215**可包含：一多邊形反射器，該多邊形反射器旋轉以使得雷射光束點**209**沿著單一的方向**225**行進。

【0143】本揭露的方法可進一步包含：沿著輸送方向**1001**(例如：拉製方向、玻璃帶**103**的長度「**L1**」的方向等等)移動雷射光束以使得雷射光束與玻璃帶**103**一起

行進的步驟。因此，當玻璃帶**103**沿著輸送方向**1001**移動時，分離路徑**151**繼續地被暴露於雷射光束以繼續沿著分離路徑**151**產生熱應力。

【0144】可以在前述的實施例(其中沿著玻璃帶**103**的整個寬度「**W**」加熱玻璃帶**103**)中的任何者中進行：雷射光束在輸送方向**1001**上的此移動。舉例而言，在其中雷射光束產生器提供單一的固定的雷射光束或固定的並且彼此重疊的複數個雷射光束(以及其分別的雷射光束點)的實施例中，可提供雷射光束的此移動。在另外的實施例中，雷射光束在輸送方向**1001**上的此移動可包含：亦包含重複地使得雷射光束點**209**或複數個雷射光束點(見**第9圖**)沿著分離路徑**151**通過的步驟的實施例。在此些實施例中，方法包含以下步驟：沿著輸送方向**1001**移動雷射光束點以使得雷射光束點**209**與玻璃帶**103**一起行進，同時雷射光束點**209**繼續重複地沿著分離路徑**151**並且在玻璃帶**103**的寬度「**W**」的方向上通過以繼續沿著分離路徑**151**產生熱應力。

【0145】如同在**第10圖至第13圖**和**第14圖至第17圖**的實施例中顯示者，方法可包含以下步驟：將至少一個雷射光束**203**反射離開旋轉的反射表面**206**、**1402**以使得雷射光束沿著輸送方向**1001**(例如：拉製方向)移動，而致使雷射光束與玻璃帶一起行進。利用此一方式，**第10圖至第13圖**和**第14圖至第17圖**的每一實施例會沿著分

離路徑**151**產生熱應力(即使當分離路徑**151**在方向**1001**上移動時)。

【0146】藉由示例說明的方式，將討論：藉由示例說明於**第10圖至第13圖**中的設備而沿著分離路徑**151**產生熱應力的實施例。初始地參照至**第10圖**，由雷射光束產生器**201**產生的雷射光束**203**可穿過一或多個光學透鏡**207**以產生：具有所欲的形狀的一雷射光束點。雷射光束**203**然後在第一反射表面**219**之前並且在相對於第二旋轉軸**227**的第一旋轉位置處反射離開第二反射表面**206**。當處在顯示於**第10圖**中的第一旋轉位置時，第二反射表面**206**反射雷射光束**203**以與第一反射表面**219**相交於第一位置**1005a**處。雷射光束然後從第一位置**1005a**反射離開第一反射表面**219**以與分離路徑**151**相交在位於分離路徑上的一橫向位置處，其中該橫向位置取決於第一反射器**215**相對於第一旋轉軸**218**的旋轉位置(如同在前文中所討論者)。確實地，當使用示例說明的多邊形反射器作為第一反射器**215**時，多邊形反射器的圍繞第一旋轉軸**218**並且在逆時針方向**217**上的旋轉將使得雷射光束點沿著分離路徑**151**並且在從玻璃帶**103**的第一外邊緣部分**211a**朝向玻璃帶**103**的第二外邊緣部分**211b**的方向**225**上行進。如同進一步地在前文中討論者，重複地使得雷射光束點通過的步驟可以可選擇地包含以下步驟：重複地使得雷射光束點在單一的方向(例如：方向**225**)上通過。重複地使得雷射光束點在單一的方向

上通過可有助於在分離路徑上產生一缺陷之後，快速地將玻璃片**104**從玻璃帶**103**中分離（如同在後文中更為完整地討論者）。

【0147】 第二反射表面**206**可圍繞第二旋轉軸**227**並且以旋轉速率（例如：固定的旋轉速率）旋轉（例如，連續地旋轉），以使得反射離開第一反射表面**219**的位置沿著與第一旋轉軸**218**平行的方向**1007**（例如：示例說明的方向）行進。沿著方向**1007**移動反射的位置可幫助雷射光束點**209**在輸送方向**1001**上跟隨玻璃帶以允許雷射光束點當分離路徑在輸送方向**1001**上移動和在與輸送方向**1001**橫切的（例如，垂直的）的方向**225**上移動時連續地與分離路徑**151**相交。

【0148】 第二反射表面**206**可從第一旋轉位置（被顯示在**第10圖**中）圍繞第二旋轉軸**227**並且沿著方向**1003**被旋轉至第二旋轉位置（被顯示在**第11圖**中）。當處在顯示於**第11圖**中的第二旋轉位置時，第二反射表面**206**反射雷射光束**203**以與第一反射表面**219**相交於位在第一位置**1005a**的下游處的第二位置**1005b**。雷射光束然後從第二位置**1005b**反射離開第一反射表面**219**以將雷射光束點**209**與分離路徑**151**相交，其中該分離路徑**151**已經沿著方向**1001**並且往下游處移動（相較於顯示在**第10圖**中的分離路徑**151**的位置）。

【0149】 第二反射表面**206**可以更進一步地從第二旋轉位置（被顯示在**第11圖**中）圍繞第二旋轉軸**227**並且沿

著方向**1003**被旋轉至第三旋轉位置(被顯示在第**12**圖中)。當處在顯示於**第12圖**中的第三旋轉位置時，第二反射表面**206**反射雷射光束**203**以與第一反射表面**219**相交於位在第二位置**1005b**的下游處的第三位置**1005c**。雷射光束然後從第三位置**1005c**反射離開第一反射表面**219**以將雷射光束點**209**與分離路徑**151**相交，其中該分離路徑**151**已經沿著方向**1001**並且往下游處移動(相較於顯示在**第11圖**中的分離路徑**151**的位置)。

【0150】 如同可理解者，雖然**第10圖至第12圖**顯示第二反射表面**206**的增量移動和分離路徑**151**的增量位置，第二反射表面**206**的移動可圍繞第二旋轉軸**227**被連續地轉動以使得雷射光束點**209**當分離路徑在玻璃帶的長度的方向上移動時連續地與分離路徑**151**相交。

【0151】 目前將討論：藉由示例說明於**第14圖至第17圖**中的設備而沿著分離路徑**151**產生熱應力的實施例。初始地參照至**第14圖**，由雷射光束產生器**201**產生的雷射光束**203**可穿過一或多個光學透鏡**207**以產生：具有所欲的形狀的一雷射光束點。雷射光束**203**然後可以可選擇地反射離開一或多個固定的反射器**1406**以在與第二反射表面**1402**相交之前與第一反射表面**219**相交。在一實施例中，雷射光束**203**與第一反射表面**219**相交於位置**1409**處。雷射光束然後可以可選擇地在於相對於第二旋轉軸**1403**的第一旋轉位置處反射離開第二反射器**1401**的第二反射表面**1402**之前反射離開一或多個額外的反射器

1407。當處在顯示於**第14圖**的第一旋轉位置時，第二反射表面**1402**反射雷射光束**203**以將雷射光束點**209**與分離路徑**151**相交在位於分離路徑上的一橫向的位置處，其中該橫向的位置取決於第一反射器**215**相對於第一旋轉軸**218**的旋轉位置(如同在前文中所討論者)。確實地，當使用示例說明的多邊形反射器作為第一反射器**215**時，多邊形反射器的圍繞第一旋轉軸**218**並且在逆時針方向**217**上的旋轉將使得雷射光束點**209**沿著分離路徑**151**並且在從玻璃帶**103**的第一外邊緣部分**211a**朝向玻璃帶**103**的第二外邊緣部分**211b**的方向**225**上行進。如同進一步地在前文中討論者，重複地使得雷射光束點通過的步驟可以可選擇地包含以下步驟：重複地使得雷射光束點在單一的方向(例如：方向**225**)上通過。

【0152】 第二反射表面**1402**可圍繞第二旋轉軸**1403**並且以旋轉速率(例如：固定的旋轉速率或調整的旋轉速率)旋轉(例如，連續地旋轉)以允許雷射光束點當分離路徑在玻璃帶的長度的方向**1001**上移動和在玻璃帶的寬度的方向**225**上移動時連續地與分離路徑**151**相交。

【0153】 第二反射表面**1402**可從第一旋轉位置(被顯示在**第14圖**中)圍繞第二旋轉軸**1403**並且沿著方向**1405**被旋轉至第二旋轉位置(被顯示在**第15圖**中)。當處在顯示於**第15圖**的第二旋轉位置時，第二反射表面**1402**反射雷射光束**203**以與分離路徑**151**相交，其中該分離路

徑**151**已經沿著方向**1001**並且往下游處移動(相較於顯示在**第14圖**中的分離路徑**151**的位置)。

【0154】 第二反射表面**1402**可以更進一步地從第二旋轉位置(被顯示在**第15圖**中)圍繞第二旋轉軸**1403**並且沿著方向**1405**被旋轉至第三旋轉位置(被顯示在**第16圖**中)。當處在顯示於**第16圖**中的第三旋轉位置時，第二反射表面**1402**反射雷射光束**203**以將雷射光束點**209**與分離路徑**151**相交，其中該分離路徑**151**已經沿著方向**1001**並且往下游處移動(相較於顯示在**第15圖**中的分離路徑**151**的位置)。

【0155】 如同可理解者，雖然**第14圖至第16圖**顯示第二反射表面**1402**的增量移動和分離路徑**151**的增量位置，第二反射表面**1402**的移動可圍繞第二旋轉軸**1403**被連續地旋轉以使得雷射光束點當分離路徑在玻璃帶的長度的方向上移動時連續地與分離路徑**151**相交。

【0156】 在本揭露的實施例中的任何者中，第二反射表面**206**、**1402**的旋轉可與玻璃帶在輸送方向**1001**上(例如，在拉製方向上)的速度相互協調，以使得雷射光束點當分離路徑沿著輸送方向移動時連續地與分離路徑**151**相交。舉例而言，可利用手動的方式來使得第二反射表面**206**、**1402**圍繞第二旋轉軸旋轉。在另外的實施例中，可使用致動器(未被顯示出來)以用連續的預先決定的旋轉速度來旋轉第二反射表面**206**、**1402**而使得雷射光束點當分離路徑**151**沿著長度的方向移動時和當該雷射光

束點沿著方向**225**移動時連續地與分離路徑**151**相交。更進一步地，致動器可以可選擇地由一控制器來進行操作，該控制器經配置以獲得來自一感測器的反饋，該感測器感測玻璃帶在玻璃帶的長度的方向（例如：向下拉製方向**1001**）上的速度和在計算第二反射表面**206**、**1402**圍繞第二旋轉軸**227**、**1403**的目標旋轉速率的演算法中輸入玻璃帶的速度。控制器然後可操作致動器以用目標旋轉速率來旋轉第二反射表面**206**、**1402**而使得雷射光束點連續地接觸分離路徑**151**。在更進一步的實施例中，感測器（例如：熱感測器或光學感測器）可被利用以決定雷射光束點與玻璃帶的相對應的主表面相交於何處。控制器可將此位置與分離路徑的位置作比較和操作致動器以進行加速、減速，或維持第二反射表面**206**、**1402**圍繞第二旋轉軸**227**、**1403**的目前的旋轉速率，以使得雷射光束點連續地與玻璃帶的相對應的主表面相交。

【0157】 在前文中討論的本揭露的方法中的任何者可進一步包含以下步驟：當分離路徑處於在進行於前文中討論的程序期間產生的熱應力下時，在分離路徑**151**上產生缺陷**801**，於是玻璃片**104**響應於產生缺陷**801**沿著分離路徑**151**與玻璃帶**103**分離。

【0158】 缺陷**801**可以藉由諸如為刻劃刀輪、金剛石尖端或其他缺陷產生技術的機械式的劃線器（例如：相關於第1圖討論的劃線器**168**）來產生。在另外的實施例中，缺陷**801**可藉由雷射光束產生器**169**來產生（如同在前文

的實施例中的任何者中討論者)。如果有提供的話，雷射光束產生器**169**可以與玻璃帶**103**一起沿著向下拉製方向**1001**行進，以使得：一旦希望產生缺陷**801**，雷射光束產生器**169**就不需被調整以撞擊在分離路徑**151**上的正確的位置。在另外的實施例中，當玻璃帶**103**相對於固定的雷射光束產生器**169**並且沿著向下拉製方向**1001**行進時，雷射光束產生器**169**可以保持為固定的。在此些示例中，雷射光束產生器可被移動(例如，被旋轉)或反射表面可被旋轉以追蹤在分離路徑**151**上的正確的位置。更進一步地，在一些實施例中，固定的雷射光束產生器可被定位以使得：雷射當被啟動時僅會撞擊單一的點。這樣的單一的點可以在垂直方向上與在分離路徑**151**上的正確的位置對準。因此，分離路徑**151**可以沿著向下拉製方向**1001**行進，直到用於產生缺陷的正確的位置與固定的雷射光束產生器的單一的點重合為止。在此時刻，固定的雷射光束產生器可被啟動以在分離路徑**151**上的正確的位置處產生缺陷**801**。

【0159】如同在**第10圖至第17圖**中顯示者，方法可以可替代性地包含：產生缺陷**801**的步驟，該步驟係藉由下列方式來達成：當分離路徑**151**處於在將在玻璃帶**103**上的分離路徑**151**暴露於雷射光束期間產生的熱應力下時，將雷射光束的一部分重新定向至位置**331**以在分離路徑**151**上產生缺陷**801**。在一些實施例中，可提供一反射器，該反射器類似於或相同於在前文中相關於**第1圖至第**

9圖討論的反射器。確實地，在一些實施例中，如同所顯示者，反射器可包含：在前文中相關於**第1圖**至**第8圖**描述的示例說明的拋物面鏡**229**。雖然未被顯示出來，在另外的實施例中，在前文中相關於**第9圖**討論的鏡子**919**和透鏡**921**可被使用以重新定向雷射光束的部分而產生缺陷**801**。

【0160】 在一些實施例中，如同在**第10圖**至**第17圖**中顯示者，拋物面鏡**229**或其他的反射器可以與帶一起沿著向下拉製方向**1001**行進以當分離路徑與玻璃帶**103**一起沿著向下拉製方向**1001**行進時連續地重新定向雷射光束的部分回到分離路徑**151**的位置**331**。如同在**第13圖**和**第18圖**中顯示者，響應於缺陷**801**，玻璃片**104**沿著分離路徑**151**從玻璃帶**103**中分離。

【0161】 如同先前提到者，本揭露的示例性的方法中的任何者可包含以下步驟：重複地使得雷射光束點**209**沿著從第一外邊緣部分**211a**至第二外邊緣部分**211b**的單一的方向**225**通過。雖然並未被要求，使得雷射光束點沿著單一的方向通過可能有利於快速地將玻璃片**104**從玻璃帶**103**中分離。舉例而言，如同在**第12圖**和**第17圖**中顯示者，可以在較靠近於第一外邊緣**153**之處(相較於第二外邊緣**155**)產生缺陷**801**，於是由沿著單一的方向**225**行進的雷射光束點**209**產生的熱應力分佈可有助於：沿著單一的方向**225**擴展全身的裂痕。

【0162】 在本揭露的示例性的方法中的任何者中，可以當分離路徑**151**被暴露於雷射光束**203**以沿著分離路徑**151**產生熱應力時產生缺陷**801**。雖然可以在產生熱應力不久後產生缺陷**801**，但在產生缺陷**801**同時利用雷射光束而沿著分離路徑**151**繼續產生或保持熱應力可允許：當分離路徑**151**處於最大應力下產生缺陷以促進玻璃片**104**的分離。

【0163】 此外，可以在於進行加熱分離路徑**151**的步驟期間沿著分離路徑達成預先決定的程度的熱應力之後產生缺陷**801**。舉例而言，在一些實施例中，設備可以被設計為使得：僅在沿著分離路徑**151**達成預先決定的程度的熱應力之後藉由重新定向雷射光束的部分來產生缺陷**801**。

【0164】 雖然第**10**圖至第**13**圖和第**14**圖至第**17**圖的實施例示例說明：單一的雷射光束，另外的實施例可包含：使用多個雷射光束以沿著分離路徑產生熱應力。舉例而言，參照第**9**圖討論的複數個雷射光束可被使用在第**10**圖至第**13**圖和第**14**圖至第**17**圖的實施例中以允許具有相對較大的總體寬度的玻璃帶的分離。在此些實施例中，當分離路徑沿著玻璃帶的長度的方向行進時，複數個雷射光束點可以個別地與相對應的加熱的區段**901**、**903**、**905**、**907**、**909**相交，其中每一雷射光束跟隨分離路徑**151**。此外，在一些實施例中，分離路徑的每一區段可以與分離路徑的至少一個相鄰的區段的一部分（例如，見重

疊的區域 911、913、915、917)重疊。此些重疊的區域可允許沿著整個分離路徑 151 產生足夠的熱應力。

【0165】對於彼些習知技藝者而言將為顯示易見的是，可以對於本揭露作出各種修改和變化，而不偏離本發明的精神和範疇。因此，所欲者為：本發明涵蓋所提供的此揭露的修改和變化，該等修改和該等變化落在隨附的申請專利範圍和其等效者的範疇內。

【符號說明】

【0166】

101 熔融向下拉製設備

103 玻璃帶

104 玻璃片

105 熔融容器

107 批次材料

109 儲料倉

111 批料輸送裝置

113 馬達

115 控制器

117 箭頭

119 玻璃熔體探針

121 玻璃熔體

123 豎管

125 通訊線路

127 澄清容器

- 1 2 9 第一連接管道
- 1 3 1 玻璃熔體混合容器
- 1 3 3 輸送容器
- 1 3 5 第二連接管道
- 1 3 7 第三連接管道
- 1 3 9 降液管
- 1 4 1 入口
- 1 4 3 成形容器
- 1 4 5 底部
- 1 4 7 成形楔
- 1 4 9 玻璃分離設備
- 1 5 1 分離路徑
- 1 5 3 第一外邊緣
- 1 5 5 第二外邊緣
- 1 5 9 邊緣部分
- 1 6 1 中央部分
- 1 6 3 分離路徑
- 1 6 5 第一邊緣
- 1 6 7 第二邊緣
- 1 6 8 機械工具
- 1 6 9 雷射光束產生器
- 1 7 1 外端
- 2 0 1 雷射光束產生器
- 2 0 3 雷射光束

2 0 5 a - d 反 射 器

2 0 6 第 二 反 射 表 面

2 0 7 光 學 透 鏡

2 0 9 雷 射 光 束 點

2 1 1 a 外 邊 緣 部 分

2 1 1 b 外 邊 緣 部 分

2 1 3 第 一 主 表 面

2 1 5 多 邊 形 反 射 器

2 1 7 逆 時 針 方 向

2 1 8 第 一 旋 轉 軸

2 1 9 第 一 反 射 表 面

2 1 9 a - h 反 射 表 面 區 段

2 2 1 a 第 一 邊 緣 部 分

2 2 1 b 中 間 部 分

2 2 1 c 第 二 邊 緣 部 分

2 2 2 上 游 端

2 2 5 方 向

2 2 5 a - e 方 向

2 2 7 第 二 旋 轉 軸

2 2 8 a 雷 射 光 束 路 徑

2 2 8 b 路 徑

2 2 9 鏡 子

2 3 2 a 路 徑

2 3 2 b 路 徑

3 0 1 路 徑

3 0 3 路 徑

3 3 1 位 置

4 0 1 中 間 位 置

5 0 1 下 游 端

5 0 3 第 一 邊 緣 部 分

5 0 7 路 徑

6 0 1 路 徑

6 0 3 路 徑

6 0 5 路 徑

7 0 1 橢 圖 形 的 功 率 密 度 區 域

7 0 3 雷 射 光 束 點

8 0 1 缺 陷

9 0 1 、 9 0 3 、 9 0 5 、 9 0 7 、 9 0 9 加 熱 的 區 段

9 0 2 、 9 0 4 、 9 0 6 、 9 0 8 、 9 1 0 雷 射 光 束

9 1 1 、 9 1 3 、 9 1 5 、 9 1 7 重 疊 的 區 域

9 1 9 鏡 子

9 2 1 透 鏡

1 0 0 1 拉 製 方 向

1 0 0 3 方 向

1 0 0 5 a 第 一 位 置

1 0 0 5 b 第 二 位 置

1 0 0 5 c 第 三 位 置

1 0 0 7 方 向

1 0 4 9 玻 璃 分 離 設 備

1 4 0 1 第 二 反 射 器

1 4 0 2 第 二 反 射 表 面

1 4 0 3 第 二 旋 轉 軸

1 4 0 5 方 向

1 4 0 6 反 射 器

1 4 0 7 反 射 器

1 4 4 9 玻 璃 分 離 設 備

【生物材料寄存】

【 0 1 6 7 】 國內寄存資訊 (請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

【 0 1 6 8 】 國外寄存資訊 (請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種分離一玻璃纖維網的方法，包含以下步驟：

將在該玻璃纖維網上的一分離路徑暴露於至少一個雷射光束以沿著該分離路徑產生熱應力，而不會損壞該玻璃纖維網；及

當該分離路徑處於在進行該暴露步驟期間產生的熱應力下時，重新定向該至少一個雷射光束的一部分以在該分離路徑上產生一缺陷，於是該玻璃纖維網響應於產生該缺陷而沿著該分離路徑分離。

【第2項】 如請求項 1 所述之方法，其中當將在該玻璃纖維網上的該分離路徑暴露於該至少一個雷射光束時產生該缺陷。

【第3項】 如請求項 1 所述之方法，其中在於暴露期間沿著該分離路徑實現一預先決定的程度的熱應力之後產生該缺陷。

【第4項】 如請求項 1 所述之方法，其中該至少一個雷射光束沿著該分離路徑施加一變化的功率密度以產生該熱應力。

【第5項】 如請求項 1 所述之方法，其中該玻璃纖維網包含：複數個層，並且該複數個層中的一個層的熱膨脹係數不同於複數個層中的另一個層的熱膨脹係數。

【第6項】 如請求項 1 所述之方法，其中該玻璃纖維網被設置以使得整個的該分離路徑位於該至少一個雷射光束的一焦點深度內。

【第7項】 一種用於分離一玻璃纖維網的設備，包含：

至少一個雷射光束產生器，該至少一個雷射光束產生器經配置以產生一雷射光束，該雷射光束產生一雷射路徑，該雷射路徑加熱該玻璃纖維網的一第一主表面上的從該玻璃纖維網的一第一外邊緣延伸至該玻璃纖維網的一相對的第二外邊緣的整個的分離路徑，分離將會藉由一全身的裂痕而發生，該全身的裂痕沿著該分離路徑以及穿過從該玻璃纖維網的該第一主表面至該玻璃纖維網的一第二主表面之該玻璃纖維網的一厚度而形成；及

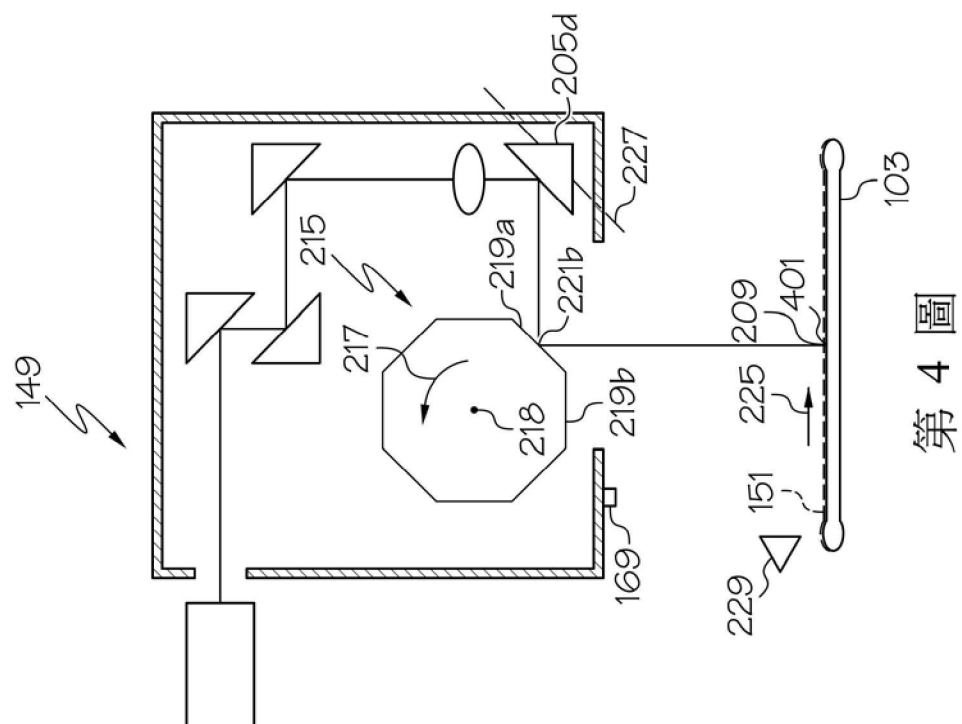
一鏡子，該鏡子被設置以反射該雷射光束以重新定向另外地投射以延伸離開該第一外邊緣之該雷射路徑的一部分，而在位於該玻璃纖維網上的該分離路徑的一位置處產生一缺陷。

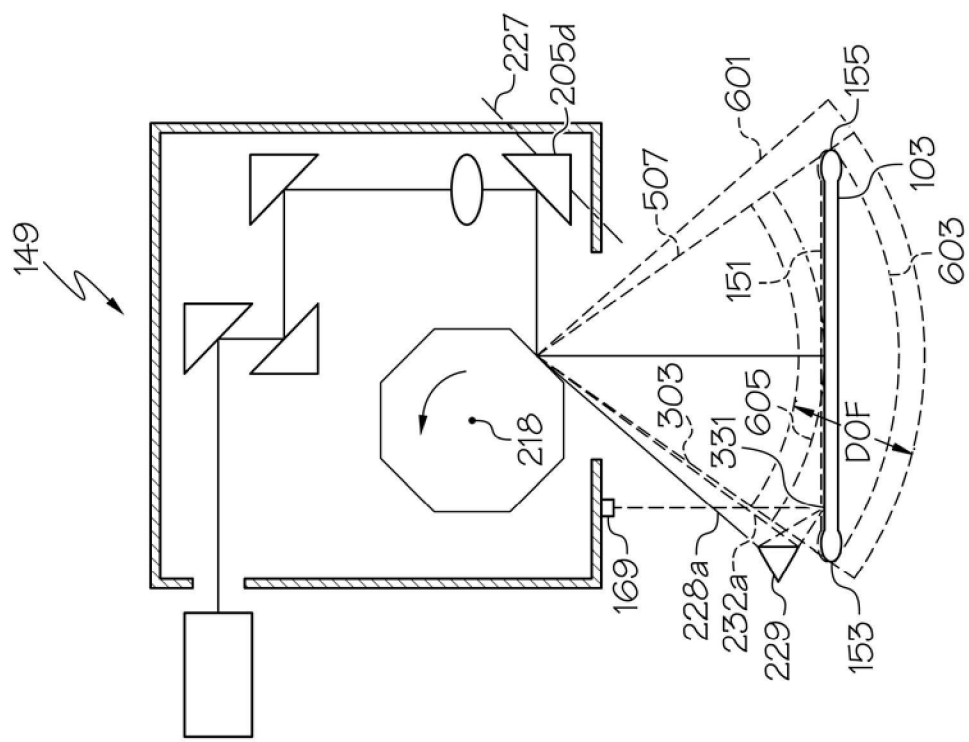
【第8項】 如請求項 7 所述之設備，其中該鏡子包含：一拋物面鏡。

【第9項】 如請求項 7 所述之設備，進一步包含：一透鏡，該透鏡用以聚焦該雷射路徑的該部分的該雷射光束。

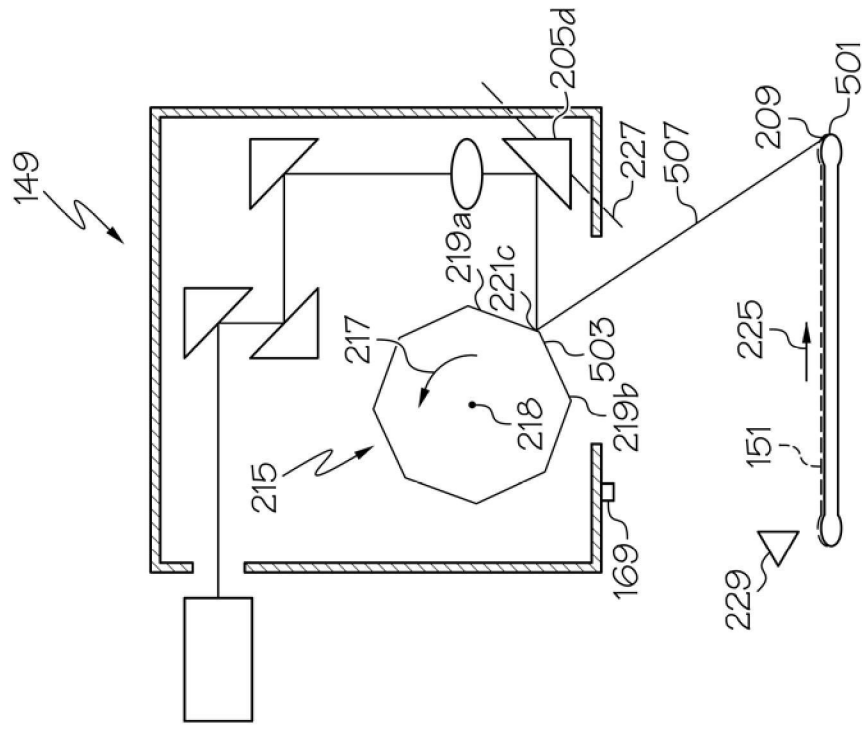
【第10項】 如請求項7所述之設備，進一步包含：一第一反射器，該第一反射器包含：可圍繞一第一軸旋轉的一第一反射表面，該雷射光束產生器與該第一反射器對準，以使得由該至少一個雷射光束產生器產生的該雷射光束將產生一雷射光束點，該雷射光束點當該第一反射器被旋轉時重複地沿著在該玻璃纖維網上的該分離路徑通過。



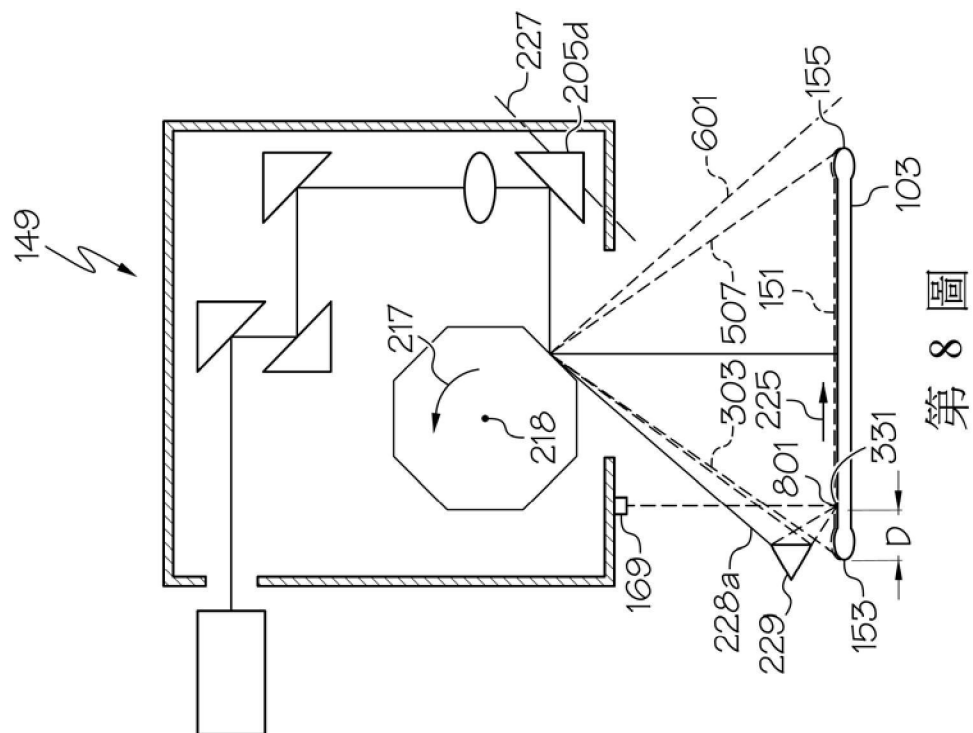




第 6 圖



第 5 圖



回
8
架

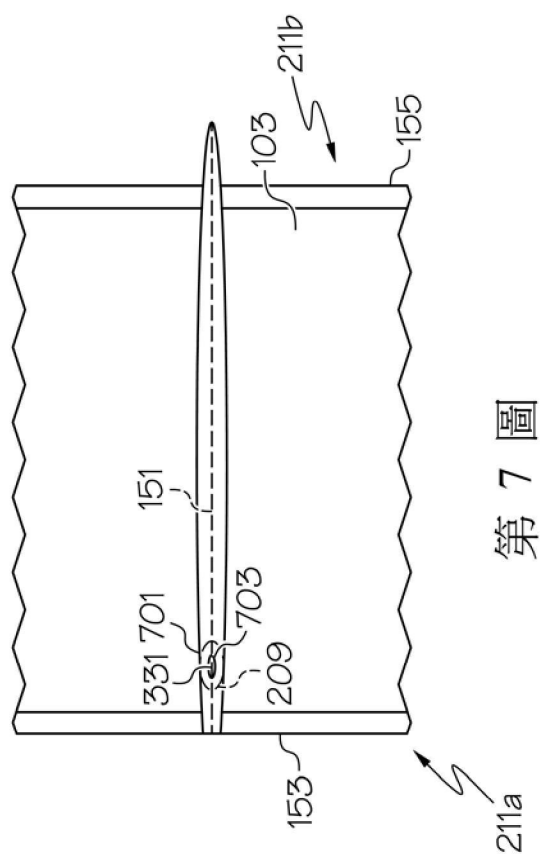
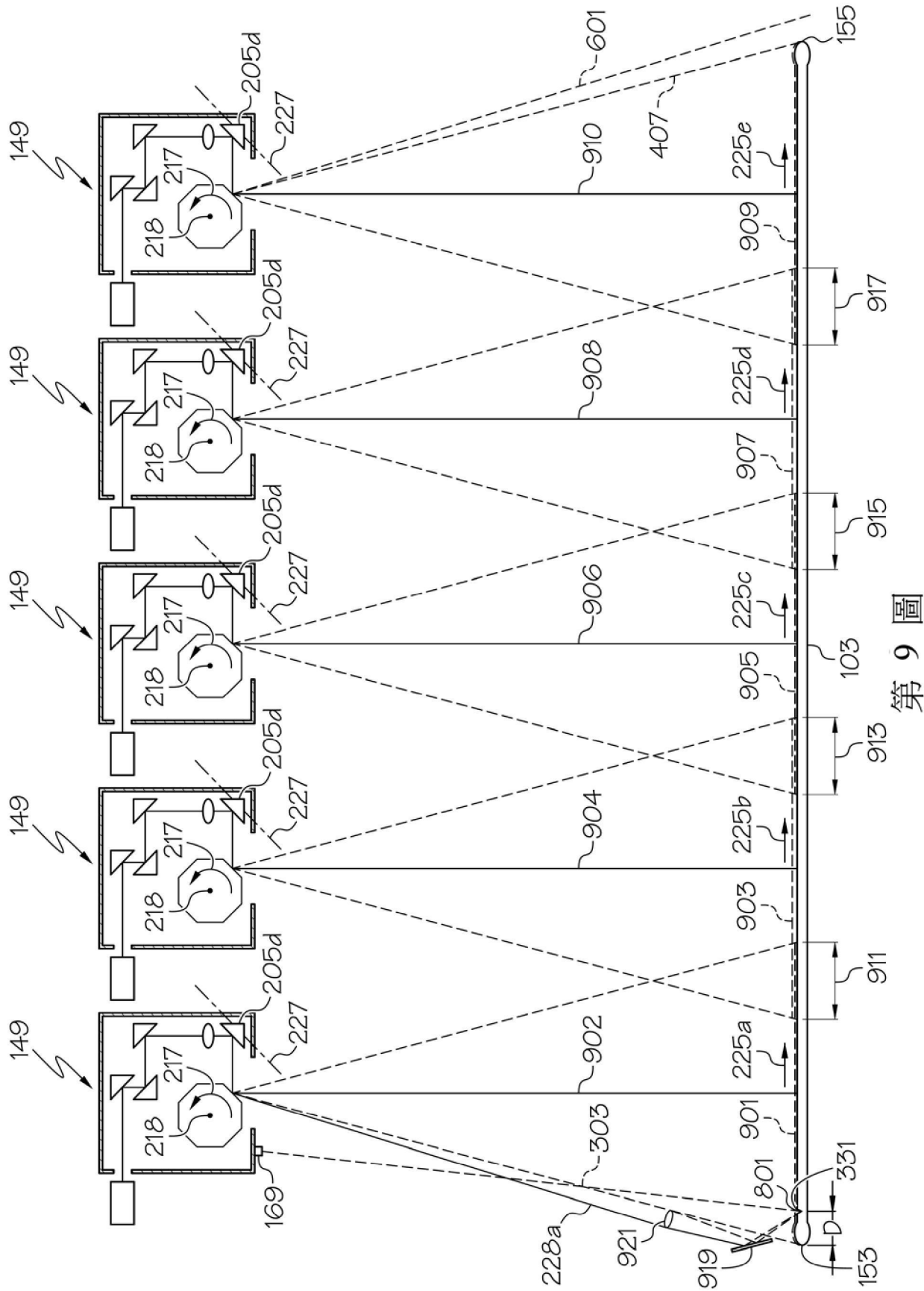
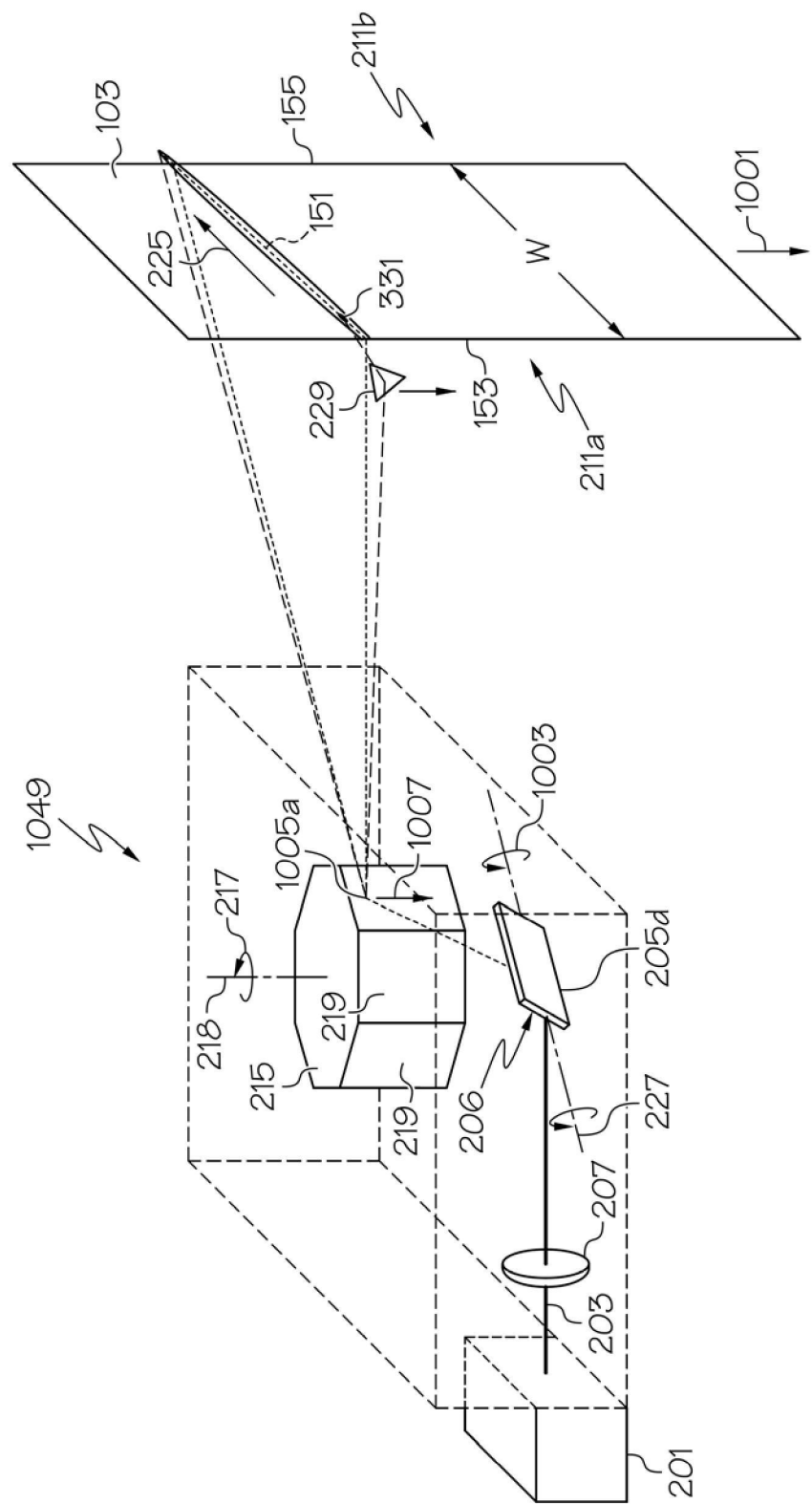


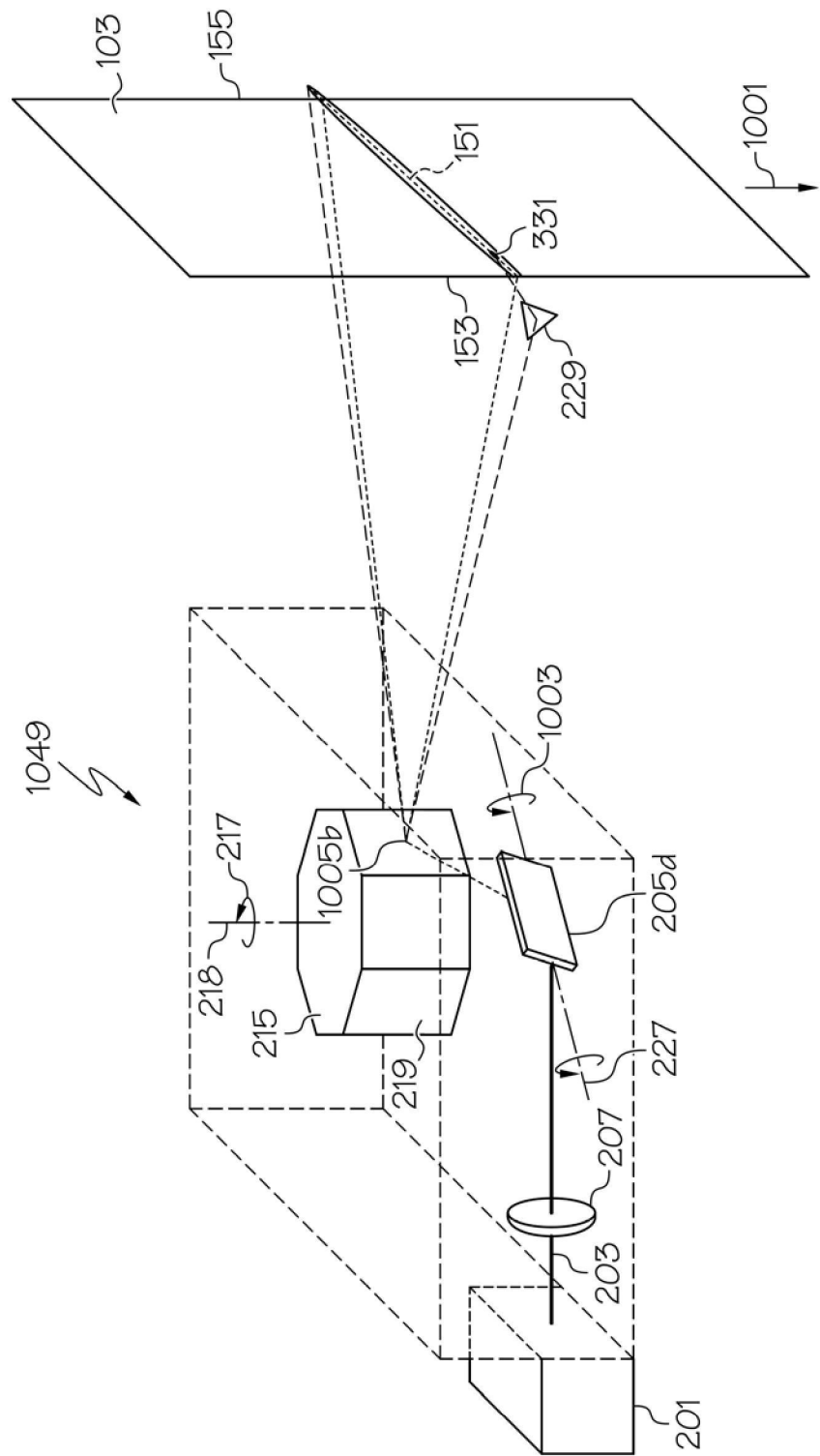
圖 7 梁



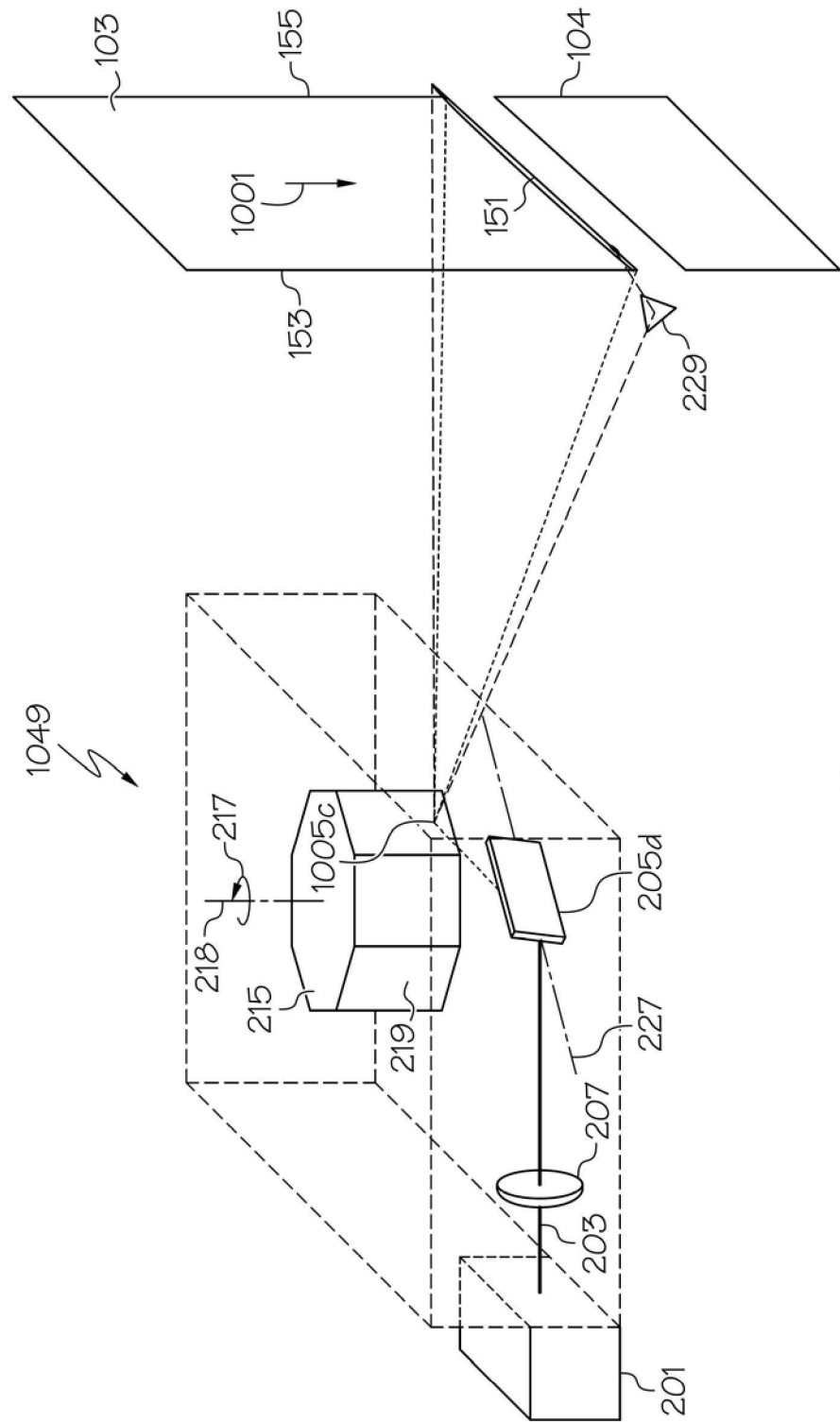
第 9 圖



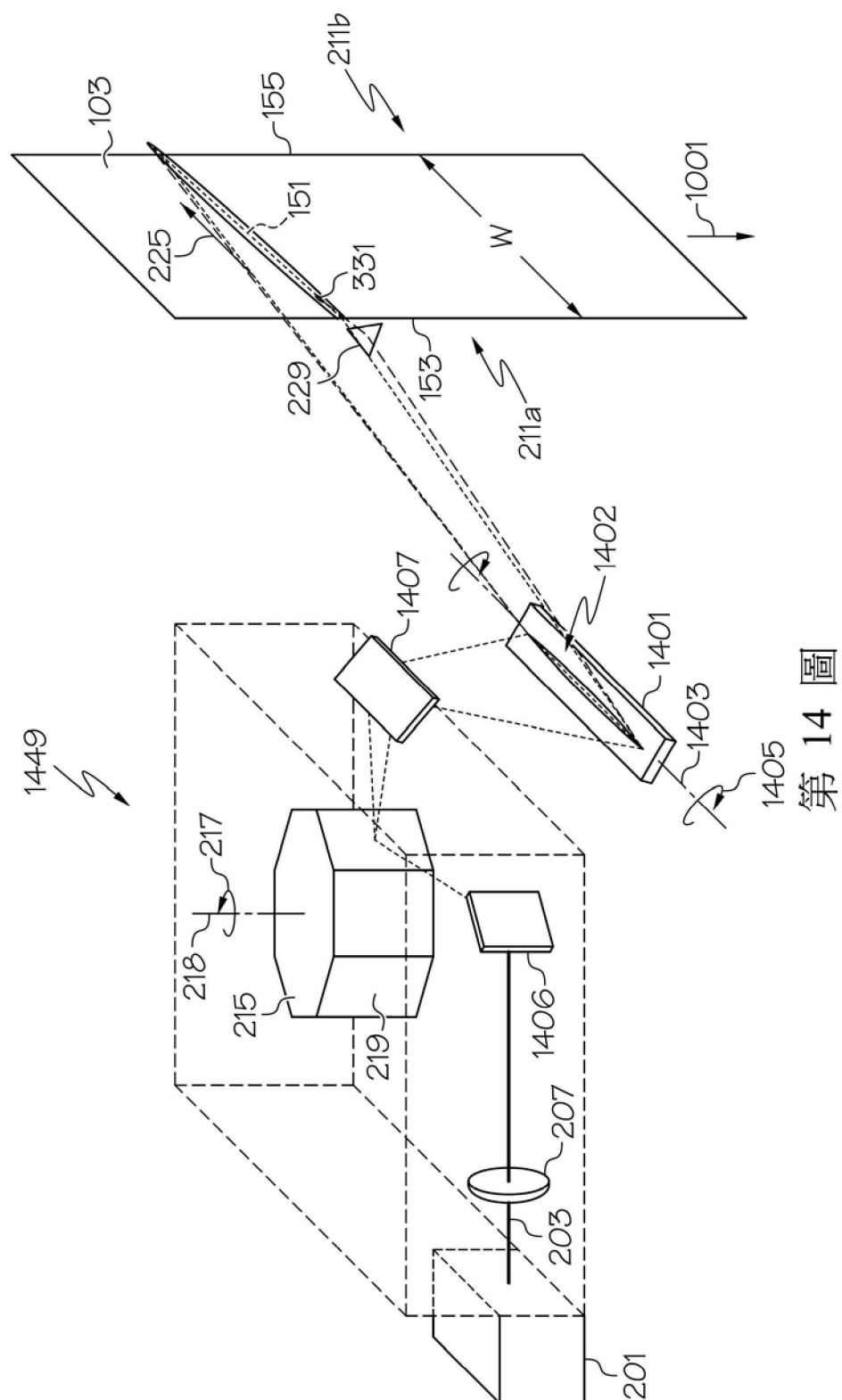
第 10 圖

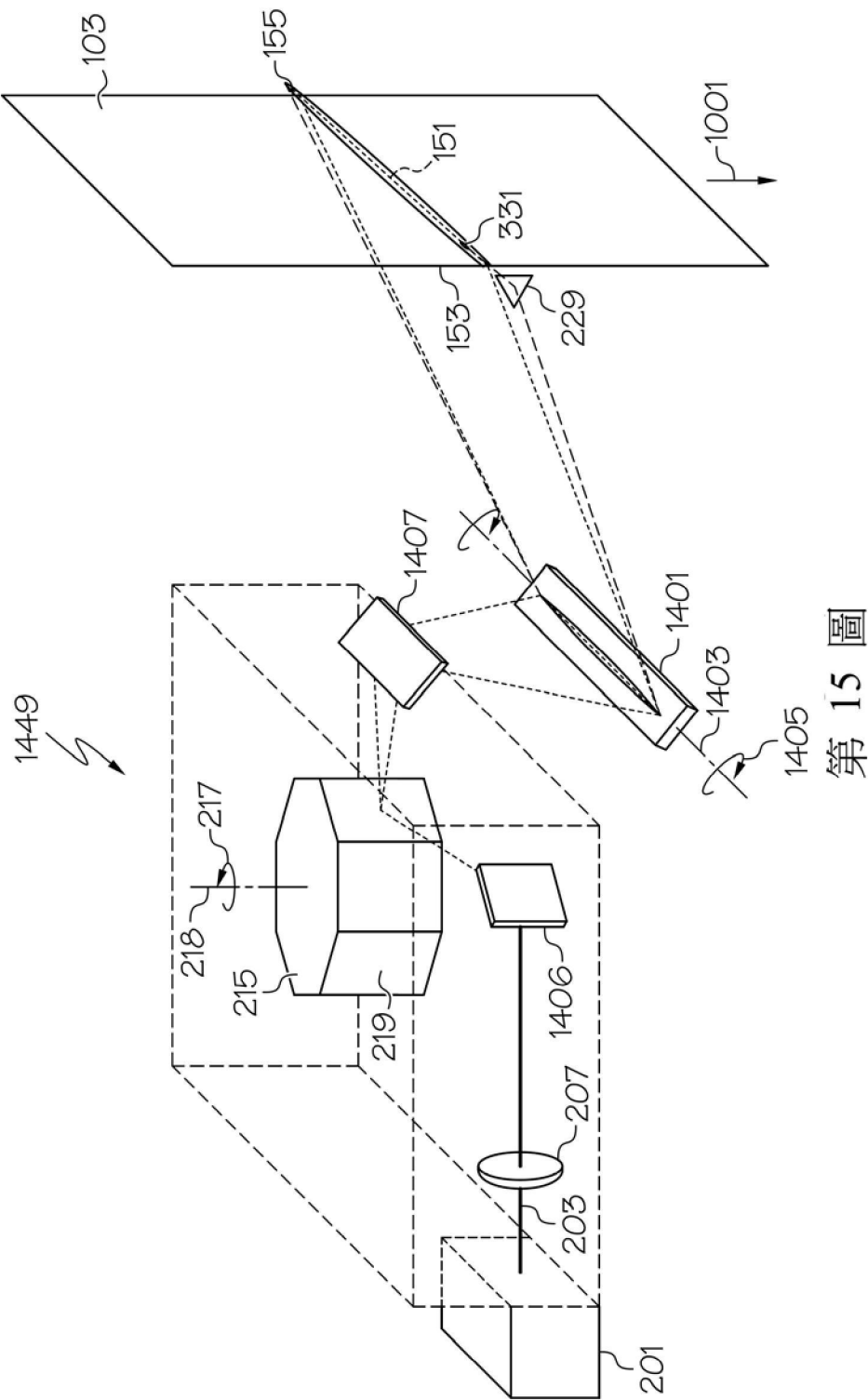


第 11 圖

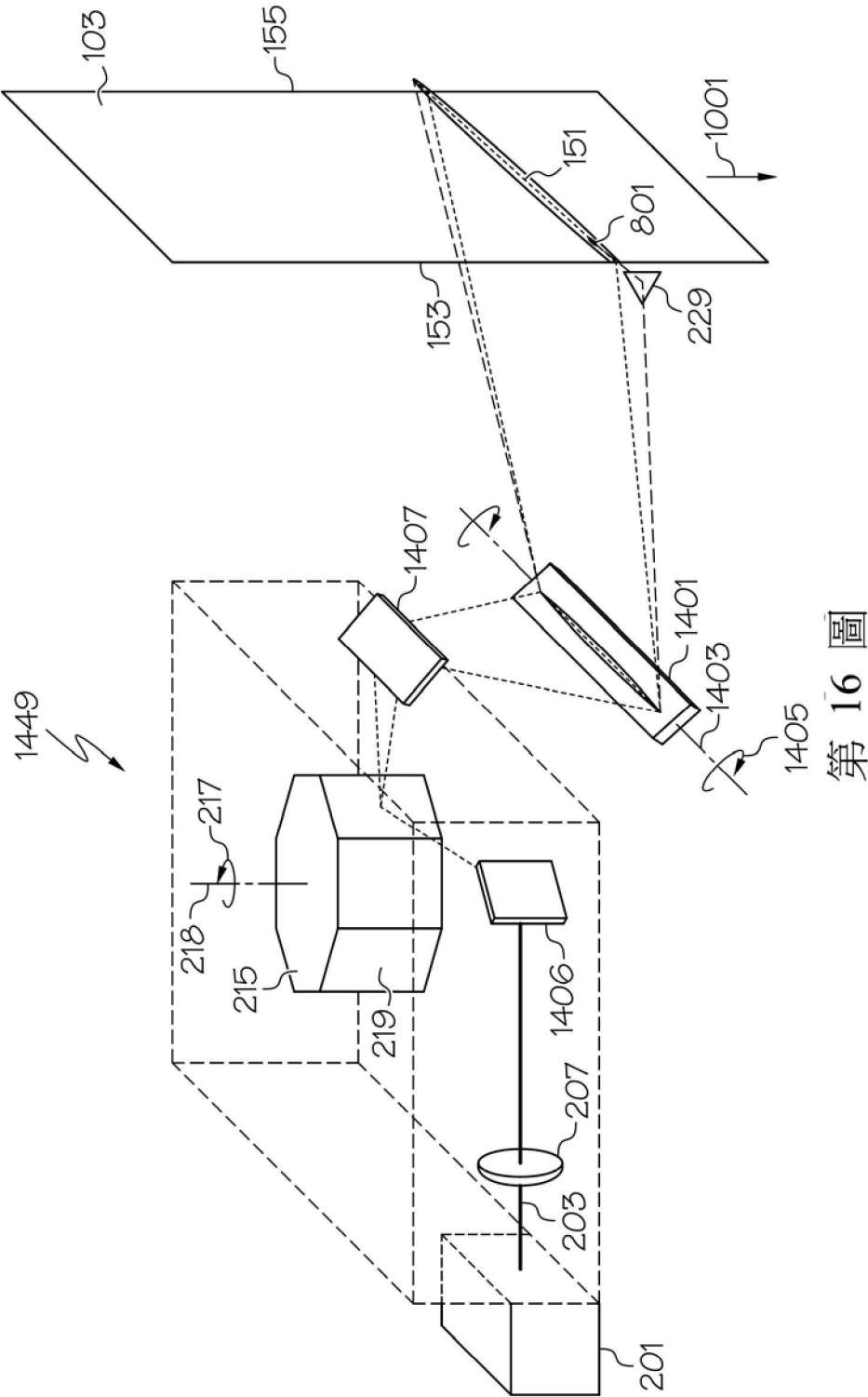


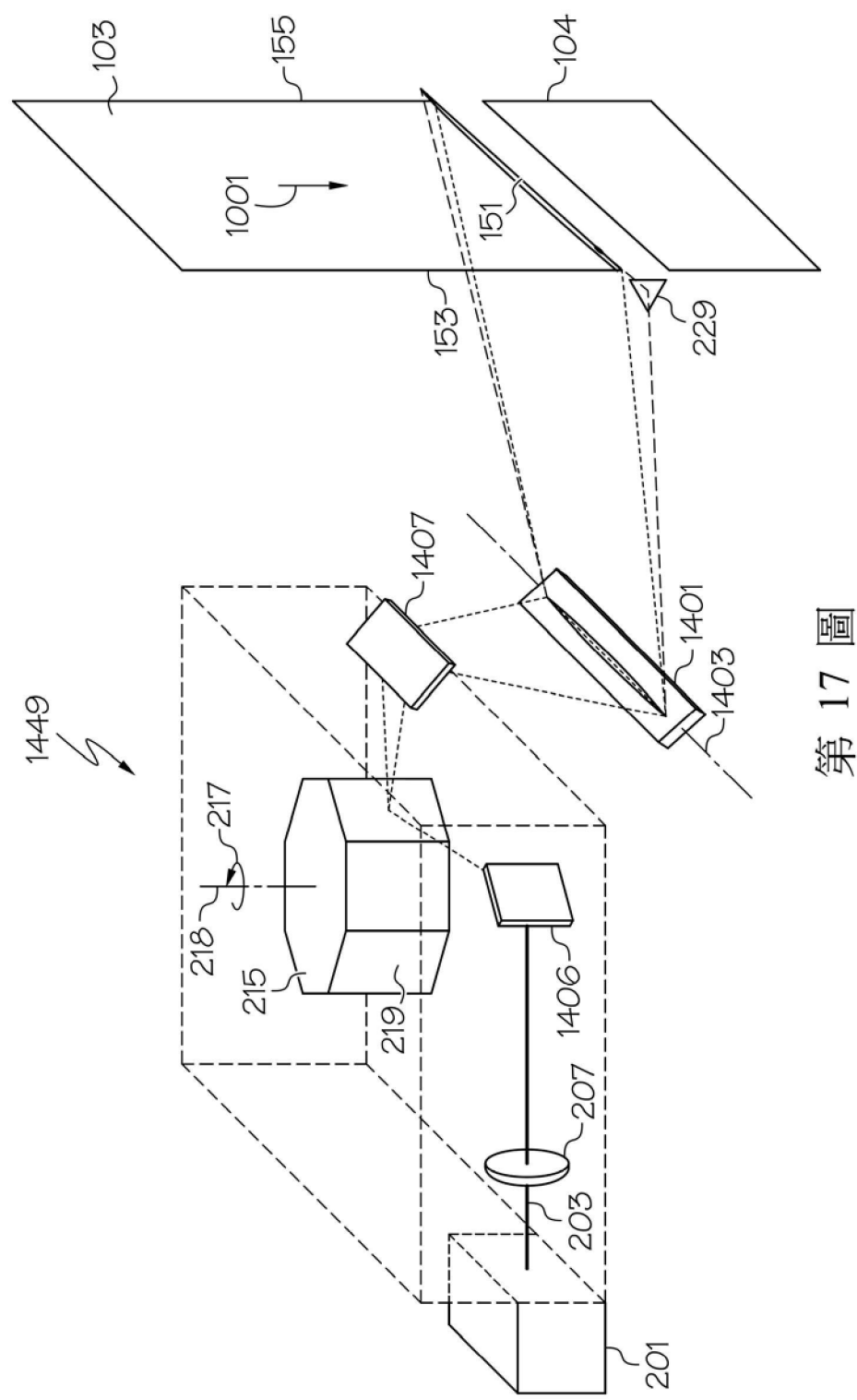
第 13 圖





第 15 圖





第 17 圖