



(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 I601697 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 10 月 11 日

(21)申請案號：101144764

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 11 月 29 日

(51)Int. Cl. : C03B17/06 (2006.01)

C03B13/08 (2006.01)

(30)優先權：2011/11/30 美國

61/565,211

2012/05/30 美國

13/483,774

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

美國

(72)發明人：拉可威廉愛德華 LOCK, WILLIAM EDWARD (US)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

(56)參考文獻：

TW 200720204A

EP 2258665A1

US 1772072

審查人員：鐘文宏

申請專利範圍項數：19 項 圖式數：20 共 77 頁

(54)名稱

紋理玻璃片之精密滾壓成形

PRECISION ROLL FORMING OF TEXTURED SHEET GLASS

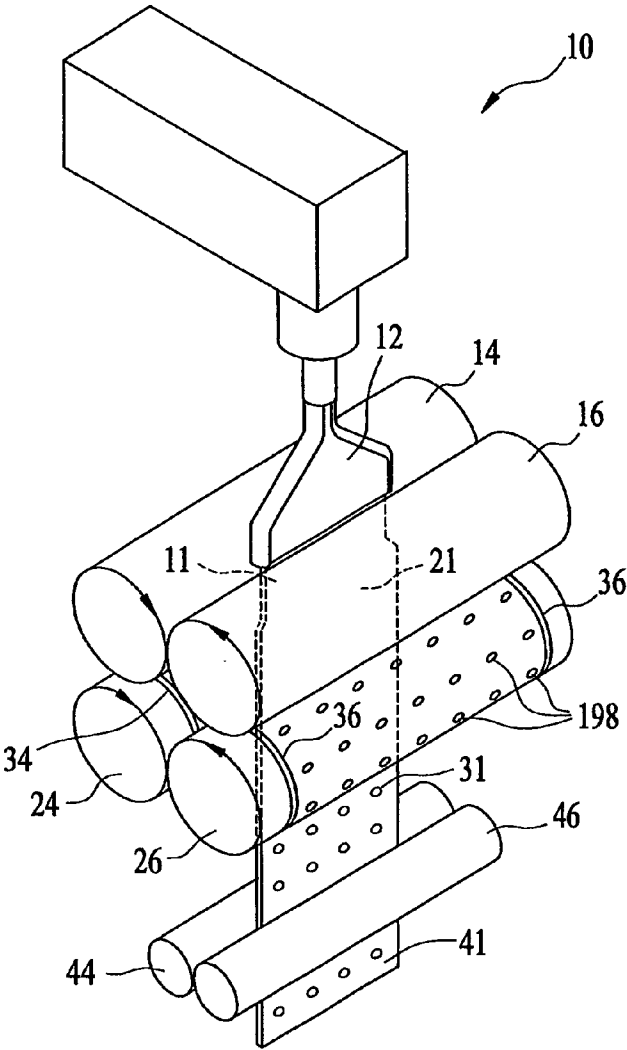
(57)摘要

一種用於在 1000°C 或更高之玻璃溫度下以一對熱成形輥進行精密玻璃滾壓成形熔融玻璃之供應的製程及設備，該對熱成形輥具有約 500°C 或更高之表面溫度且位於玻璃供料正下方。成形輥使熔融玻璃之供應流變薄以產生成形玻璃帶。維持在約 400°C 或更低或 300°C 或更低之表面溫度下的一對冷定尺寸及紋理化輥係位於成形輥正下方。定尺寸及紋理化輥使該成形玻璃帶變薄且紋理化該成形玻璃帶以產生具有期望紋理、厚度及厚度均勻性之經定尺寸玻璃帶。該定尺寸及紋理玻璃帶可具有 1 mm 或更小之厚度，該定尺寸及紋理玻璃帶在厚度方面變化不超過 ± 0.025 mm。

A process and apparatus for precision glass roll forming a supply of molten glass at a glass temperature of 1000°C or higher with a pair of hot forming rolls having a surface temperature of about 500°C or higher located vertically below the glass feed. The forming rolls thin the supplied stream of molten glass to produce a formed glass ribbon. A pair of cold sizing and texturing rolls maintained at a surface temperature of about 400°C or lower or 300°C or lower is located vertically below the forming rolls. The sizing and texturing rolls thin and texture the formed glass ribbon to produce a sized glass ribbon having a desired texture, thickness and thickness uniformity. The sized and textured glass ribbon may have a thickness of 1mm or less that varies in thickness by no more than ± 0.025 mm.

指定代表圖：

第1圖



符號簡單說明：

- 10 . . . 設備
- 11 . . . 熔融玻璃流
- 12 . . . 魚尾狹槽或供料槽
- 14 . . . 成形輥
- 16 . . . 成形輥
- 21 . . . 玻璃片
- 24 . . . 定尺寸輥/紋理化輥/成形輥
- 26 . . . 定尺寸輥/紋理化輥/成形輥
- 31 . . . 玻璃帶
- 34 . . . 間隔環
- 36 . . . 間隔環
- 41 . . . 玻璃帶
- 44 . . . 拉引輥
- 46 . . . 拉引輥
- 198 . . . 紋理特徵結構

公告本

發明摘要

※ 申請案號：101144764

※ 申請日：2012 年 11 月 29 日

※ IPC 分類：

C03B 17/06 (2006.01)
13/08 (2006.01)

【發明名稱】（中文/英文）

紋理玻璃片之精密滾壓成形

PRECISION ROLL FORMING OF TEXTURED SHEET GLASS

【中文】

一種用於在 1000℃或更高之玻璃溫度下以一對熱成形輥進行精密玻璃滾壓成形熔融玻璃之供應的製程及設備，該對熱成形輥具有約 500℃或更高之表面溫度且位於玻璃供料正下方。成形輥使熔融玻璃之供應流變薄以產生成形玻璃帶。維持在約 400℃或更低或 300℃或更低之表面溫度下的一對冷定尺寸及紋理化輥係位於成形輥正下方。定尺寸及紋理化輥使該成形玻璃帶變薄且紋理化該成形玻璃帶以產生具有期望紋理、厚度及厚度均勻性之經定尺寸玻璃帶。該定尺寸及紋理玻璃帶可具有 1 mm 或更小之厚度，該定尺寸及紋理玻璃帶在厚度方面變化不超過 ± 0.025 mm。

【英文】

A process and apparatus for precision glass roll forming a supply of molten glass at a glass temperature of 1000° C or higher with a pair of hot forming rolls having a surface

temperature of about 500° C or higher located vertically below the glass feed. The forming rolls thin the supplied stream of molten glass to produce a formed glass ribbon. A pair of cold sizing and texturing rolls maintained at a surface temperature of about 400° C or lower or 300° C or lower is located vertically below the forming rolls. The sizing and texturing rolls thin and texture the formed glass ribbon to produce a sized glass ribbon having a desired texture, thickness and thickness uniformity. The sized and textured glass ribbon may have a thickness of 1mm or less that varies in thickness by no more than ± 0.025 mm.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 10 設備
- 11 熔融玻璃流
- 12 魚尾狹槽或供料槽
- 14 成形輥
- 16 成形輥
- 21 玻璃片
- 24 定尺寸輥/紋理化輥/成形輥
- 26 定尺寸輥/紋理化輥/成形輥
- 31 玻璃帶

34	間隔環
36	間隔環
41	玻璃帶
44	拉引輥
46	拉引輥
198	紋理特徵結構

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

紋理玻璃片之精密滾壓成形

PRECISION ROLL FORMING OF TEXTURED SHEET GLASS

【相關申請案之交叉引用】

【0001】 本申請案根據專利法主張於 2011 年 11 月 30 日提出申請之美國臨時申請案第 61/565,211 號及於 2012 年 5 月 30 日提出申請之美國申請案第 13/483,774 號之優先權權益，該美國申請案主張於 2011 年 5 月 31 日提出申請之美國臨時申請案第 61/491,651 號之權益，該等申請案之內容在此以引用之方式併入本文。

【技術領域】

【0002】 本揭示案係關於具有紋理表面之玻璃片之滾壓成形，且更特定言之係關於用於精密滾壓成形具有紋理表面及高精密厚度/尺寸均勻性之薄玻璃片的方法及設備，且更特定言之係關於以下方法及設備：在大於約 1000°C 或更高之相對高玻璃溫度下藉由處於相對高/熱表面溫度 (500°C 或更高) 的第一成形輥對來形成熔融玻璃流，且隨後藉由處於相對低/冷表面溫度 (400°C 或更低) 的精密尺寸化及紋理化之定尺寸或紋理化輥對來精密地定尺寸及紋理化以成形精密厚度/尺寸均勻性紋理玻璃片。

【先前技術】

【0003】 在使用者介面、控制裝置、顯示器、建築裝置、電器、電子裝置、傢俱及其他裝置之製造中存在對於紋理化、尺寸高度均勻之玻璃表面或玻璃蓋板的需求，該玻璃表面或玻璃蓋板係防眩、低觸碰摩擦且耐汙及耐指紋。添加特別設計之紋理表面亦可使許多裝置受益。

【發明內容】

【0004】 本揭示案之設備及製程消除在紋理玻璃片之生產中對額外塗層的需求且可適應於大批量製造製程。

【0005】 本揭示案之一實施例包括用於精密玻璃滾壓成形之製程及設備，該設備包括用於在 1000°C 或更高的溫度下供應熔融玻璃流之玻璃供料裝置。位於玻璃供料裝置正下方之維持在約 500°C 或更高或 600°C 或更高之表面溫度下的一對熱成形輥接收熔融玻璃之供應流且使熔融玻璃之供應流成為具有接近期望厚度之厚度的玻璃成形帶。位於成形輥正下方之維持在約 400°C 或更低、300°C 或更低或 200°C 或更低之表面溫度下的一對冷定尺寸輥及/或紋理化輥接收該玻璃成形帶。定尺寸輥/紋理化輥使熔融玻璃成形帶變薄以產生具有期望厚度及期望厚度均勻性的玻璃定尺寸帶。將至少一個定尺寸輥之外表面紋理化以對該玻璃帶之至少一個表面施予紋理。玻璃定尺寸帶之厚度變化不超過 ± 0.025 mm。藉由定尺寸輥產生之玻璃之定尺寸及紋理帶可為相對薄的玻璃帶或玻璃片，該相

對薄的玻璃帶或玻璃片具有 1 mm 或更小或 0.8 mm 或更小或 0.75 mm 或更小之厚度。

【0006】 一對拉引輥可位於定尺寸輥正下方以接收玻璃之定尺寸及紋理帶且於玻璃之定尺寸帶上產生張力。

【0007】 玻璃供料裝置可在約 1000°C 或更高之玻璃溫度下供給熔融玻璃流至成形輥。

【0008】 定尺寸輥/紋理化輥可各自具有由隔熱材料所形成或以紋理隔熱材料塗覆之紋理外表面以提供熱障。外表面可由陶瓷材料或陶瓷材料之組合所形成。

【0009】 定尺寸輥/紋理化輥可各自由隔熱材料之空心圓筒所形成。冷卻管可供應冷卻液體至每一定尺寸輥/紋理化輥之內部。冷卻劑管可為實質上延伸空心圓筒之內部之整體長度的噴射管，且沿著噴射管形成複數個噴射孔以對著空心圓筒之內表面噴射冷卻液體。噴射管之中央區域可有比噴射管之末端區域高的噴射孔密集度，藉此空心圓筒之中央區域比空心圓筒之末端區域接收更大體積之冷卻液體。

【0010】 定尺寸輥可各自為(i)由隔熱材料所形成或(ii)以隔熱材料塗覆中之一者。定尺寸輥可各自由空心內金屬圓筒及外隔熱陶瓷層所形成。

【0011】 在本揭示案之其他實施例中，可將具有紋理表面之環形帶安裝於至少一個定尺寸輥上，藉此環形帶於至少一個定尺寸輥上形成紋理表面且於玻璃帶之至少一個表面上施予期望紋理。

【0012】 本揭示案之實施例包括用於精密滾壓成形及紋理化

玻璃片或玻璃陶瓷片之設備，該設備包含：玻璃供料裝置，用於供應熔融玻璃或熔融玻璃陶瓷之供應流；一對成形輥，維持在約 500℃ 或更高之表面溫度下，該等成形輥係緊鄰彼此而間隔以在成形輥之間界定玻璃成形間隙，且該玻璃成形間隙位於玻璃供料裝置正下方用於接收熔融玻璃之供應流及使在成形輥之間的熔融玻璃之供應流變薄以形成具有成形厚度之成形玻璃帶；及一對定尺寸輥，維持在約 400℃ 或更低之表面溫度下，該等定尺寸輥係緊鄰彼此而間隔以在定尺寸輥之間界定玻璃定尺寸間隙，且該玻璃定尺寸間隙位於成形輥正下方用於接收成形玻璃帶及使成形玻璃帶變薄以產生具有期望厚度及期望厚度均勻性之經定尺寸玻璃帶；及用於沉積材料至玻璃帶之至少一個表面上且藉此施予期望紋理於玻璃帶之至少一個表面上的設備。

【0013】 用於沉積材料之裝置可為噴嘴，該噴嘴噴射材料至玻璃帶之至少一個表面上。

【0014】 用於沉積材料之裝置可為噴嘴，該噴嘴噴射材料至以下之一者上：(a)定尺寸輥之至少一者、(b)成形輥之至少一者、(c)環繞在定尺寸輥之該至少一者周圍之環形帶及(d)環繞在成形輥之該至少一者周圍之環形帶。

【0015】 根據本揭示案之實施例的成形製程可包括以下步驟：供應熔融玻璃流；利用維持在約 500℃ 或更高之表面溫度下的一對熱成形輥來形成熔融玻璃之供應流，以形成具有接近期望厚度的成形玻璃帶；利用維持在約 400℃ 或更低、300℃ 或更低或 200℃ 或更低之表面溫度下的一對冷定尺寸輥/紋理

化輥來定尺寸及紋理化該成形玻璃帶，將定尺寸輥之至少一者的外表面紋理化以產生定尺寸及紋理化玻璃帶，該定尺寸及紋理化玻璃帶具有期望厚度、期望厚度均勻性且在玻璃帶之至少一個表面上具有期望紋理。定尺寸及紋理化玻璃帶之厚度可變化不超過 ± 0.025 mm。藉由定尺寸輥產生之定尺寸玻璃帶可具有 1 mm 或更小或 0.8 mm 或更小或 0.75 mm 或更小之厚度。玻璃供料裝置可在約 1000°C 或更高之玻璃溫度下供料熔融玻璃流至成形輥，例如在自約 1000°C 至約 1500°C 之範圍內之玻璃溫度下供料。

【0016】 玻璃滾壓成形設備或玻璃陶瓷滾壓成形設備之實施例可包括玻璃供料裝置，該玻璃供料裝置用於供應熔融玻璃流至維持在約 500°C 或更高之表面溫度下的一對熱成形輥。成形輥係緊鄰彼此而間隔以在成形輥之間界定玻璃成形間隙，且玻璃成形間隙位於玻璃供料裝置正下方用於接收熔融玻璃之供應流且使在成形輥之間的熔融玻璃之供應流變薄，以形成具有接近期望厚度之成形厚度的玻璃之成形玻璃帶。一對冷定尺寸及紋理化輥（該等輥中之至少一者具有紋理表面）維持在約 400°C 或更低之表面溫度下。定尺寸輥/紋理化輥可緊鄰彼此而間隔以在定尺寸輥/紋理化輥之間界定玻璃定尺寸間隙，且玻璃定尺寸間隙位於成形輥正下方用於接收玻璃之成形玻璃帶且使熔融玻璃之成形玻璃帶變薄及紋理化熔融玻璃之成形玻璃帶，以產生具有期望厚度、期望表明紋理及期望厚度均勻性之玻璃之紋理化及定尺寸帶。可在約 1000°C 或更高之表面熔融玻璃溫度下將熔融玻璃供料至成形輥。可以

自約 200 泊至約 10000 泊或自約 30 泊至約 10000 泊之範圍內之玻璃黏度將熔融玻璃供料至成形輥。

【0017】 在一些實施例中，每一個定尺寸輥/紋理化輥之外圓筒狀玻璃定尺寸表面/紋理化表面係形成為具有半徑及與定尺寸輥之旋轉軸的同心度變化不超過 ± 0.0125 mm，藉此玻璃之經定尺寸玻璃帶之厚度變化不超過 ± 0.025 mm。

【0018】 在一些實施例中，定尺寸間隙具有 1 mm 或更小之厚度，藉此藉由定尺寸輥產生之玻璃之經定尺寸玻璃帶具有 1 mm 或更小之厚度。定尺寸間隙可具有 0.8 mm 或更小之厚度，藉此藉由定尺寸輥產生之玻璃之經定尺寸玻璃帶具有 0.8 mm 或更小之厚度。成形間隙可具有約 1.5 mm 至約 2 mm 之厚度。

【0019】 一些實施例包括一對拉引輥，該對拉引輥位於定尺寸輥/紋理化輥正下方用於接收定尺寸紋理玻璃帶且於玻璃之經定尺寸玻璃帶上產生足夠張力以實現以下中之至少一者：(i)使玻璃之經定尺寸玻璃帶穩定及(ii)拉製玻璃之經定尺寸玻璃帶。

【0020】 滾壓成形設備可包括至少兩個該等定尺寸輥模組，一者位於另一者正下方且在相同垂直面上對準。滾壓成形設備可包括具有與定尺寸輥模組類似構造之成形輥模組用於平行於彼此且彼此同步地移動第一成形輥及第二成形輥。

【0021】 滾壓成形設備可包括位於一或更多定尺寸輥模組下方之玻璃取出裝置用於接收定尺寸及紋理玻璃帶，玻璃取出裝置包含複數個以下中之一者：(i)傳送帶上之真空玻璃成形模及(ii)平坦傳送帶。

【0022】 在一些實施例中，玻璃滾壓成形製程或玻璃陶瓷滾壓成形製程包括以下步驟：供應熔融玻璃之垂直流；利用維持在約 500°C 或更高或約 600°C 或更高之表面溫度下的一對熱成形輥來形成熔融玻璃或熔融玻璃陶瓷之供應流，以形成具有接近期望厚度之成形厚度的成形玻璃帶；利用維持在約 400°C 或更低、約 300°C 或更低或約 200°C 或更低之表面溫度下的一對冷定尺寸輥/紋理化輥來定尺寸該成形玻璃帶，以產生具有小於成形厚度之期望厚度及期望厚度均勻性的定尺寸玻璃帶。至少一個定尺寸輥/紋理化輥具有紋理表面，以對玻璃帶之至少一個表面施予期望紋理。定尺寸及紋理化玻璃帶之厚度均勻性可變化不超過 ± 0.025 mm。藉由定尺寸輥/紋理化輥產生之定尺寸及紋理化玻璃帶可具有 1 mm 或更小或 0.8 mm 或更小之厚度。成形玻璃帶可具有約 1.5 mm 至約 2 mm 之厚度。可在約 1000°C 或更高之表面玻璃溫度下將熔融玻璃流供料至成形輥。可以自約 200 泊至約 10000 泊之範圍內之玻璃黏度供應熔融玻璃。

【0023】 可將熔融玻璃供應至形成在成形輥對之間的中心輥隙，以使得在成形輥之輥隙處成形熔融玻璃潭。熔融玻璃潭可具有約 10 mm 至約 20 mm 之厚度。

【0024】 本揭示案之全部實施例可包括拉引定尺寸及紋理化玻璃帶及於經定尺寸玻璃帶上產生足夠張力以實現以下中之至少一者：(i)使經定尺寸玻璃帶穩定及(ii)拉製經定尺寸玻璃帶。

【0025】 本揭示案之其他實施例包括用於將玻璃或玻璃陶瓷

滾壓成形為紋理玻璃片之製程，該製程包含以下步驟：供應熔融玻璃或熔融玻璃陶瓷之垂直流；利用維持在約 500℃或更高或約 600℃或更高之表面溫度下的一對成形輥來形成熔融玻璃或熔融玻璃陶瓷之供應流，以形成具有成形厚度之玻璃成形帶；利用維持在約 400℃或更低之表面溫度下的一對定尺寸輥來定尺寸該玻璃成形帶，藉此產生具有小於成形厚度之期望厚度及期望厚度均勻性之定尺寸及紋理化玻璃帶；以及沉積材料至玻璃帶之至少一個表面上，藉此於玻璃帶之至少一個表面上成形期望紋理。

【0026】 沉積材料之步驟可包括沉積材料至至少一個定尺寸輥上；及自至少一個定尺寸輥傳遞材料至玻璃帶之至少一個表面。

【0027】 沉積材料之步驟可包括提供安裝於至少一個定尺寸輥上之環形帶；沉積材料至環形帶上；及自環形帶傳遞材料至玻璃帶之至少一個表面上，藉此於玻璃帶之至少一個表面上成形期望紋理。

【0028】 沉積材料之步驟可包括噴射材料至玻璃帶之至少一個表面上。可在成形輥與定尺寸輥之間的位置處將材料噴射至玻璃帶上。

【0029】 可將成形輥對及定尺寸輥/紋理化輥對置於藉由熔融玻璃之垂直流界定之垂直面的中心。

【0030】 可以高於玻璃成形輥的速度旋轉驅動玻璃定尺寸輥以實現以下中之至少一者：(i)在成形玻璃帶中產生垂直張力及(ii)拉製成形玻璃帶。

【0031】 在本揭示案之全部實施例中，玻璃供應步驟可供應以下中之一者：(i)玻璃之變速流、(ii)玻璃之斷續流或(iii)玻璃之連續流。可旋轉驅動定尺寸輥/紋理輥對，且在定尺寸輥之旋轉速度中無速度變化。

【0032】 本揭示案之全部實施例可包括獨立地且與其他一或更多對輥分離地控制每一對輥之旋轉速度或扭矩之步驟。

【0033】 可使玻璃成形輥對間隔以在玻璃成形輥之間界定玻璃成形間隙，且使玻璃定尺寸輥/紋理化輥對間隔以在玻璃定尺寸輥/紋理化輥之間界定玻璃定尺寸間隙，該玻璃定尺寸間隙係小於玻璃成形間隙。

【0034】 將在隨後詳細描述中闡述額外特徵結構及優點，且對於熟習此項技術者而言，部分額外特徵結構及優點將在查閱詳細描述、隨附圖式及本文含有之申請專利範圍後而顯而易見或藉由實踐如本文所描述之實施例來認識。

【0035】 應理解，前述一般描述及下文詳細描述兩者皆僅為示例性，且意欲提供概述或框架以理解申請專利範圍之本質及特性。茲包括隨附圖式以提供進一步理解，且將該等隨附圖式併入且構成本說明書之一部分。該等圖式圖示一或更多實施例，且與描述一起用以解釋各種實施例之原理及操作。

【圖式簡單說明】

【0036】 第 1 圖為根據本揭示案之一實施例的高精密度玻璃滾壓成形及紋理化設備及製程之一實施例之示意性透視圖；

【0037】 第 2 圖為第 1 圖之高精密度玻璃滾壓成形及紋理化

設備及製程之示意性側視圖；

【0038】 第 3 圖為具有坩堝供料或長柄勺供料之第 1 圖之高精密度玻璃滾壓成形及紋理化設備之一實施例的示意性透視圖；

【0039】 第 4 圖為可用來連續供料玻璃至第 1 圖之高精密度玻璃滾壓成形及紋理化設備之熔合成形玻璃供料之實施例的示意性透視圖；

【0040】 第 5 圖為輸送玻璃至第 1 圖及第 7 圖之玻璃成形設備之成形輥的第 4 圖之熔合成形玻璃供料之示意性側視圖；

【0041】 第 6A 圖及第 6B 圖分別為圖示根據本揭示案之魚尾狹槽供料實施例之玻璃供料的示意性前視圖及側視圖；

【0042】 第 7 圖為本揭示案之高精密度玻璃滾壓成形及紋理化設備之實施例之透視圖；

【0043】 第 8 圖為第 7 圖之高精密度玻璃滾壓成形及紋理化設備之定尺寸及紋理化輥模組之實施例的透視圖；

【0044】 第 9 圖、第 10 圖及第 11 圖分別為第 8 圖之定尺寸及紋理化輥模組之實施例的局部透視圖、平面圖及局部斷開側視圖；

【0045】 第 12 圖為第 8 圖之定尺寸及紋理化輥模組之局部截面側視圖；

【0046】 第 13 圖為用於驅動第 8 圖之定尺寸及紋理化輥模組之輥的齒輪箱之實施例之分解視圖；

【0047】 第 14 圖及第 15 圖為精密冷定尺寸及紋理化輥之實施例；

【0048】 第 16 圖及第 17 圖分別為安裝於軸承座上之第 14 圖及第 15 圖之冷定尺寸及紋理化輥的平面圖及端視圖；

【0049】 第 18 圖為本揭示案之高精密度玻璃滾壓成形及紋理化設備及製程之實施例之示意性圖解，該實施例具有玻璃切割輥對、材料沉積裝置及成形輥輻射加熱器；

【0050】 第 19 圖為本揭示案之高精密度玻璃滾壓成形及紋理化設備之實施例之示意性圖解，該實施例具有包含加熱真空玻璃成形模 260 之玻璃取出傳送帶；以及

【0051】 第 20 圖為本揭示案之成形及紋理化設備及製程之替代實施例之示意性圖解。

【實施方式】

【0052】 現在將詳細參考現存之較佳實施例，在隨附圖式中圖示較佳實施例之實例。在任何可能的情況下，在全部圖式中將使用相同的元件符號表示相同或類似的部分。第 1 圖示意地圖示用於產生非常薄的精密厚度紋理玻璃片之高精密度玻璃滾壓成形設備及製程之一實施例，且全文大體藉由元件符號 10 表示該高精密度玻璃滾壓成形設備。

【0053】 如在此描述及隨附申請專利範圍中所使用，關於玻璃片所使用之術語「薄」或「非常薄」意指玻璃片具有約 1 mm 或更小或約 0.8 mm 或更小或 0.75 mm 或更小之厚度。

【0054】 如在此描述及隨附申請專利範圍中所使用，如關於玻璃片所使用之術語「精密厚度」意指玻璃片具有變化不超過 ± 0.025 mm 之實質上均勻的厚度。

【0055】 現在參考第 1 圖及第 2 圖，僅藉由舉例之方式，可將熔融玻璃流 11 自魚尾狹槽或供料槽 12 輸送至第一對成形輥 14 與 16 之間的輥隙之中心。槽口可具有寬範圍之寬度/長度及厚度。可在約 1000°C 或更高之玻璃溫度下將玻璃流輸送至第一對成形輥 14 及 16 之輥隙。第一對成形輥為習知熱成形輥，該等熱成形輥之溫度係取決於正在成形之玻璃的組成及黏度而控制在自約 500°C 至約 600°C 或更高之範圍內的表面溫度下。在本技術領域熟識用於成形輥之溫度控制的製程及裝置，且因此本文不詳細描述該等製程及裝置。例如，第一/熱成形輥使熔融玻璃流 11 平坦、變薄且光滑成為具有約 1.5 mm 至約 2 mm 之厚度的平坦玻璃片 21。

【0056】 成形輥 14 及成形輥 16 可由鋼形成。熱成形輥之成形表面可為稍微起伏狀的以補償由輸送熱玻璃至成形輥之中心部分之輥隙而導致的熱成形輥之熱膨脹。輪廓可為楔形或可變的，以使得成形輥之中心部分比成形輥之外部部分或邊緣部分更薄，例如具有更小外徑，以使得離開熱成形輥之玻璃片 21 在玻璃片之中心區域比在外部部分或邊緣部分稍微較厚，以避免產生「狗骨式」玻璃帶形狀效應，在該效應中，形成在接近帶之側邊緣的玻璃帶比中間更厚。若在玻璃帶之外區域或邊緣區域成形較厚的玻璃帶，則當藉由如下文描述之定尺寸輥定尺寸玻璃帶時，在玻璃帶中可形成褶皺或波紋。如在本技術領域中所理解，仔細選定且控制成形輥之旋轉速度與溫度以及成形輥之間的間隙之大小，以產生具有期望寬度及厚度之玻璃帶 21。

【0057】 隨後將離開熱成形輥 14 及熱成形輥 16 之玻璃片 21 輸送至在第二對成形輥 24 與 26 之間的輥隙之中心。第二對成形輥 24 及 26 為精密尺寸之定尺寸輥，該等定尺寸輥進一步成形玻璃片 21 且使玻璃片 21 變薄至期望精密厚度/尺寸，例如對玻璃片定尺寸。將至少一個定尺寸輥 26（例如，定尺寸及紋理化輥或僅僅紋理化輥 26）之外表面紋理化以對玻璃帶之表面施予紋理。可同樣視需要將另一定尺寸輥 24 之外表面紋理化以對玻璃帶之兩個表面施予紋理，或該外表面可為光滑的。與習知成形輥相比，將定尺寸及紋理化輥 24 及 26 之溫度控制至 400°C 或更低、或 300°C 或更低、或 200°C 或更低、或約 100°C 至約 400°C、或約 100°C 至約 300°C 或約 100°C 至約 200°C 之相對冷的表面溫度。定尺寸及紋理化輥之表面之溫度應與玻璃組成及製程/設備設置允許的一樣低。冷定尺寸及紋理化輥之外玻璃定尺寸表面/紋理化表面為精密尺寸之圓筒，該等圓筒係形成為一定尺寸且具有不超過 ± 0.0125 mm 之公差的偏轉（例如，半徑及外定尺寸表面繞輥之旋轉軸的同心度）。冷定尺寸及紋理化輥之外玻璃成形表面係由隔熱材料成形或以隔熱材料塗覆。成形在一或更多紋理定尺寸輥中且經施予至玻璃帶之表面的紋理可由具有小至 10 μm 至 12 μm 之尺寸的特徵結構之極精細表面紋理圖案形成。在第 1 圖及第 2 圖中沒有按比例繪製定尺寸輥/紋理化輥上之紋理特徵結構及玻璃帶上之紋理特徵結構，而是為了說明性目的在尺寸上大大誇示。

【0058】 冷定尺寸輥/紋理化輥之外玻璃成形表面可藉由陶

瓷隔熱圓筒、套筒或塗層成形。隔熱圓筒提供熱障，該熱障最小化自熱熔融玻璃帶傳遞至冷定尺寸輥/紋理化輥之熱量。藉由隔熱圓筒提供之熱障允許定尺寸及紋理化輥在小於 200°C 或甚至小於 100°C 下運轉而不會使玻璃片或玻璃帶由於玻璃之快速冷卻而產生裂紋或龜裂。在小於 200°C 或小於 100°C 下操作定尺寸及紋理化輥亦導致由於熱膨脹而造成的定尺寸及紋理化輥 24 及 26 之外玻璃成形表面之輪廓的可忽略變化（在操作期間定尺寸及紋理化輥之溫度增加不如成形輥之溫度增加多），以使得成形帶之精密厚度控制可單獨地藉由定尺寸輥/紋理化輥冷滾壓定尺寸熔融玻璃帶而實現，且無需對所生產之玻璃片進行後續修整操作。

【0059】 在成形輥處使玻璃成形為約 1.5 mm 至約 2 mm 之相對厚玻璃帶或玻璃片使得成形玻璃片中充足量的熔融玻璃在片之中心具有足夠熱能，以再加熱玻璃片之外部區域，玻璃片之該等外部區域已藉由與成形輥接觸而冷卻。玻璃片之外部區域之此種再加熱允許在成形輥與定尺寸輥之間視需要將玻璃片拉製且變薄，且在定尺寸及紋理化輥處定尺寸且紋理化玻璃片。

【0060】 可將精密尺寸之間隔環 34 及間隔環 36 安裝於接近每一定尺寸及紋理化輥 24 及 26 之末端處。將間隔環精密加工以具有公差不超過 ± 0.0125 mm 的圓筒狀外表面。如本文之後將更詳細描述，將定尺寸及紋理化輥按壓在一起以使得定尺寸輥 24 上之間隔環 34 接觸定尺寸及紋理化輥 26 上之間隔環 36 且按壓與定尺寸及紋理化輥 26 上之間隔環 36 相抵。

以此方式，可靠地實現在定尺寸及紋理化輥 24 與 26 之間的精密間隙控制，而不考慮軸承座或支撐結構之任何熱膨脹。同樣可視需要在熱成形輥 14 及熱成形輥 16 上使用間隔環。藉由定尺寸及紋理化輥 24 及 26 使成形玻璃帶 21 進一步變薄且精密成形成為非常薄的（例如，約 1 mm 厚或更薄、0.8 mm 厚或更薄或 0.75 mm 厚或更薄）定尺寸及紋理化玻璃帶 31，該定尺寸及紋理化玻璃帶 31 具有在不超過 ± 0.025 mm 之公差內的精密厚度且在至少一個表面上具有期望之紋理。如在本技術領域所理解，仔細選定且控制定尺寸及紋理化輥之旋轉速度與表面溫度以及定尺寸及紋理化輥之間的間隙大小以產生具有期望寬度、紋理及精密厚度之玻璃帶 31。

【0061】 可以串行方式使用兩對或兩對以上之定尺寸輥（僅圖示一對），若有必要一對在另一對下方，以成形具有高精密厚度以及針對熱控制考慮、導引考慮及平坦度考慮之非常薄玻璃片。在此構造中，在第一定尺寸輥對中之定尺寸輥可為光滑的且第二定尺寸對之定尺寸輥可包括用於紋理化玻璃帶之至少一個表面的至少一個紋理定尺寸輥。

【0062】 可視需要將一或更多對習知拉引輥 44 及拉引輥 46 提供在定尺寸及紋理化輥 34 及 36 下方以於玻璃帶 31 上向下拉引且在玻璃帶 31 中產生少量張力以使玻璃帶穩定、拉伸玻璃帶 31、使玻璃成形區域中之玻璃流 11 及玻璃帶 21 與下游製程分離、維持玻璃帶 31 之平坦度或進一步使玻璃帶變薄以成形玻璃帶 41。該等拉引輥之表面材料及紋理必須經適當地選取以不會不利地影響精密成形/定尺寸之玻璃帶/玻璃片 41

之期望表面修整。隨後將玻璃帶 31 或玻璃帶 41 冷卻且輸送至取出機構，在取出機構處將玻璃帶切割成為期望尺寸之單獨玻璃片。取出機構可為用於自行進玻璃片之底部劃痕且折斷玻璃片的行進砧及用於自玻璃成形設備移除分離玻璃片之具有伯努利卡盤（Bernoulli chuck）的機器人臂，或玻璃取出機構可為水平傳送帶，該水平傳送帶傳輸玻璃帶至下游玻璃處理台，諸如玻璃切割台、修整（邊緣及表面）台或成形台。

【0063】 可將熔融玻璃流 11 使用任何適當的玻璃輸送方法供料至熱成形輥 14 及熱成形輥 16 之輥隙之中心。舉例而言，可將熔融玻璃自坩堝或預成形長柄勺分批地輸送至成形輥；或可將熔融玻璃作為自魚尾口、槽口、熔合成形 ISO 管(Isopipe)或擠壓爐之玻璃流連續地供料至成形輥。

【0064】 如第 3 圖中所示示意圖示，可使用長柄勺或坩堝 70 分批供料熔融玻璃至熱成形輥 14 及熱成形輥 16 之輥隙內。長柄勺 70 係以已知方式填充有熔融玻璃。隨後將填充有熔融玻璃之長柄勺移動至在熱成形輥 14 及熱成形輥 16 之輥隙上方的位置內，且將長柄勺傾斜及將熔融玻璃傾注至熱成形輥 14 及熱成形輥 16 之輥隙內。可以受控制方式傾斜長柄勺，以使得玻璃以期望流速自長柄勺傾注，用於以成形輥 14 及成形輥 16 成形期望寬度之玻璃帶。或者，取決於長柄勺相對於成形輥 14 及成形輥 16 之長度的體積，長柄勺可快速傾卸該長柄勺之熔融玻璃內容物至成形輥 14 及成形輥 16 之輥隙上，以於成形輥之輥隙上形成熔融玻璃之潭。隨後來自潭之熔融玻璃係藉由重力及成形輥之旋轉玻璃成形表面向下拉製且成形

成為成形玻璃帶 21。然而，在將玻璃自長柄勻一次傾卸之製程中可能很難控制玻璃帶 21 之寬度。

【0065】 第 4 圖及第 5 圖示意地圖示連續熔合拉製玻璃成形製程之 ISO 管 80。ISO 管 80 包含上部槽形部分 82 及下部楔形部分 83，該等上部槽形部分及下部楔形部分組合形成整體成形主體 80。槽形部分包含具有第一內部槽側面之第一槽側壁、具有第二內部槽側面之第二槽側壁及槽底面 88，該等第一槽側壁、第二槽側壁及槽底面共同界定開口溝槽（亦稱為「槽」）90，熔融玻璃通常經由入口管 78 或槽之開口端而引入開口溝槽 90 內。槽係充滿著熔融玻璃且允許熔融玻璃溢出第一槽壁之第一槽頂面 94 及第二槽壁之第二槽頂面 96 成為兩個獨立玻璃帶，沿著第一外部槽側面 84 及第二外部槽側面 86 向下流動，且進一步沿著與第一外部槽側面 84 連接之斜式第一楔形側面 104 及與第二外部槽側面 86 連接之斜式第二楔形側面 106 向下流動。在兩個楔形側面 104 及 106 接合之根部 108 處，兩個玻璃帶熔合形成整體的玻璃帶 111，該整體的玻璃帶 111 係供料至成形輥 14 及成形輥 16 之輥隙內。

【0066】 熔融玻璃應溢出第一槽頂面 94 及第二槽頂面 96 且連續地覆蓋第一槽頂面及第二槽頂面以成形光滑且連續的玻璃帶。同樣地，沿著 ISO 管之外部側面 84、86、104 及 106 向下流動之玻璃帶應覆蓋整體側面（易受其他 ISO 管附件影響之實體限制，諸如端蓋及邊緣導引器等）而無自 ISO 管之一端至另一端之顯著厚度變化。理想情況下，在兩個帶內的熔融玻璃流在長時間內係一致且穩定的，使得可在 ISO 管之

根部可靠地產生玻璃片。在成形活動開始時，玻璃流可能花費一些時間建立具有理想厚度及流速之完整、穩定且一致的帶。

【0067】 熔融玻璃沿著第一槽頂面及第二槽頂面之全長之流速及分佈中的變化影響在拉製之底部待產生之最終玻璃片的厚度及厚度變化。因此，爲了在完整活動期間增加玻璃之整體產率，建立穩定玻璃帶所需要之初始啓動週期應儘可能短以最小化在啓動期間產生之碎片玻璃或廢棄玻璃的量。使用本揭示案之玻璃成形設備之成形輥及玻璃定尺寸及紋理化輥可補償玻璃帶/玻璃流 111（如先前描述之玻璃流 11）之流速及厚度之變化。因此，可簡化且較不嚴格地控制用於供料玻璃至 ISO 管之控制方案。此外，可縮短啓動週期而不影響精密厚度玻璃帶 111（如先前描述之玻璃流 11）之穩定性及品質且在啓動期間產生較少碎片玻璃。因此，與習知精密厚度玻璃成形設備及製程相比，本文描述之玻璃成形設備及製程可增加產率且降低操作成本。

【0068】 使用 ISO 管或溢流管熔合成形且供料玻璃帶 111 至成形輥之輥隙內賦能比可能用槽供料配置相比更寬玻璃片之精密厚度成形。舉例而言，Corning 公司已使用 ISO 管或溢流管熔合拉製玻璃成形製程生產具有寬度約達 10 呎之玻璃帶。槽供料配置通常局限於具有 600 mm 至 900 mm 或更小之寬度的玻璃帶之成形。

【0069】 藉由儘可能接近成形輥 14 及成形輥 16 之輥隙置放玻璃供料槽 12 或 ISO 管之根部 108，可使用在成形輥 14、16

之輥隙處在約 1000℃或更高(例如,自約 1000℃至約 1500℃)之輸送溫度下具有相對低黏度之薄玻璃,以用本文描述之滾壓成形設備成形玻璃片。舉例而言,可將在輸送溫度下具有約 200 泊之黏度的玻璃組成及玻璃陶瓷組成以及具有高達約 10000 泊或更高之黏度的玻璃組成及玻璃陶瓷組成用如本文描述且圖示之精密玻璃滾壓成形設備來精密厚度成形。此等低黏度玻璃組成無法使用習知狹槽拉製製程及熔合拉製製程成形,因為熔融玻璃流/熔融玻璃帶 11、21、31、111 在熔融玻璃流/熔融玻璃帶之自重及/或在此等製程中施加至熔融玻璃帶之張力下變得不穩定且損失熔融玻璃流/熔融玻璃帶之形狀。此外,如第 6A 圖所示意地圖示,所產生玻璃片之寬度可藉由儘可能接近成形輥 14 及成形輥 16 之輥隙置放玻璃供料槽 12 或 ISO 管之根部 108 而最大化,以最小化玻璃流 11 或玻璃帶 111 在藉由成形輥成形之前必須衰減的時間。舉例而言,第 6A 圖中,藉由置放成形輥 14、16 之輥隙於線 A 處,玻璃流 11 或玻璃帶 111 在經輸送至成形輥時比將成形輥之輥隙置放於線 B 處時寬。一旦玻璃已藉由成形輥 14、16 成形,玻璃帶 21、31 之寬度在玻璃成形及定尺寸製程之剩餘時間期間為實質上恆定且不傾向於進一步衰減。

【0070】 如第 6B 圖圖示,供料熔融玻璃流 11 至在成形輥 14 與成形輥 16 之間的輥隙之中心係有利的,如藉由虛線 98 圖示。藉由中心對準在成形輥 14 與成形輥 16 之間的玻璃流 11,玻璃流 11 之兩側係與相應成形輥接觸達相同量的時間及距離(如藉由第 6B 圖之弧線 T_1 示意圖示)且因此在玻璃成形期

間經冷卻至相同程度。若如藉由第 6B 圖之虛線 101 所圖示將熔融玻璃流 11 離開輥隙之一側供料至成形輥（在水平玻璃滾壓成形製程中常見），則相較於玻璃流之另一側接觸另一成形輥，玻璃流之一側將更高/更早接觸成形輥 14 之一者。因此，相較於玻璃流之另一側與另一成形輥 16 接觸(T_3)，玻璃流 11 之一側將與相應成形輥 14 接觸達較長時間及距離 T_2 。相較於玻璃帶之另一側，玻璃流 11 之一側因此在藉由成形輥成形期間將藉由與相應成形輥接觸而冷卻至更低溫度。此不平衡冷卻在玻璃帶 21 中產生可使得玻璃帶翹曲或偏斜之熱應力，而在所得玻璃帶 21 中可能形成漣波。

【0071】 如第 6B 圖圖示，在成形輥 14 及成形輥 16 之輥隙處形成熔融玻璃之小潭 99 可為有利的。藉由在成形輥之輥隙處提供玻璃之緩衝量，潭可幫助確保藉由成形輥成形具有實質上恆定厚度之玻璃帶 21。玻璃之此緩衝量提供在輥隙處可獲得之玻璃之小儲存量以補償正供料至成形輥 14 及成形輥 16 之輥隙的熔融玻璃流 11 之流速或厚度的變化。在無玻璃之此潭或儲存量之情況下，玻璃流 11 之流速可能暫時降低，隨後在成形輥之輥隙處可能沒有充足玻璃來產生均勻厚度玻璃帶 21。隨後可以薄區段成形帶 21，該等薄區段比期望更薄且比玻璃帶 21 之剩餘部分更薄。對於精密玻璃供料控制，有可能供料具有實質上恆定流速之玻璃流 11 且用成形輥形成實質上寬度恆定之玻璃帶 21 而不在成形輥輥隙處形成潭 99，諸如第 5 圖所圖示。玻璃之潭可在分批玻璃之間或在低玻璃供料速率下提供玻璃之儲存量。以此方式，本發明玻璃滾壓成形系統

可有效解除玻璃供料速率與玻璃成形製程速度或速率間的聯繫。以此方式，可使用在供料分批之間具有停留時間的可變流速玻璃供料系統及甚至斷續玻璃供料系統或分批玻璃供料系統以按照本揭示案之玻璃滾壓成形系統的需求供應/供料可選擇的玻璃量。可選擇地，於玻璃之分批供料之間將潭完全耗盡。如在本技術領域所理解，成形輥之旋轉速度及表面溫度、在成形輥之間的間隙之大小及玻璃供料溫度/黏度及流速係經仔細地選定且控制以產生具有期望寬度及厚度之玻璃帶 21。

【0072】 如上所述，在成形輥之輥隙處形成玻璃之潭具有益處，但潭越大，則熔融玻璃與成形輥接觸越長且藉由與相對較冷成形輥接觸而冷卻之玻璃片之外區域越多。玻璃之黏度隨著玻璃冷卻而增加，因此使得更難以拉製及變薄在成形輥與定尺寸輥之間的玻璃片且更難以在定尺寸輥處變薄及定尺寸玻璃流。因而，潭之大小應保持相對小的，例如，可成形具有約 12 mm 至約 18 mm 之厚度的潭，使得可有效地重拉製及定尺寸玻璃片。事實上，在有些情況下，不在成形輥之輥隙處形成潭可能為有利的。

【0073】 現在將參閱第 7 圖至第 14 圖描述精密玻璃成形設備 10 之實施例。如第 7 圖圖示，精密玻璃成形設備 10 可包括玻璃成形模組 110、玻璃定尺寸及紋理化模組 120 及可選玻璃拉引模組 130。成形輥 14、16 為成形模組 110 之部分，定尺寸及紋理化輥 24、26 為定尺寸及紋理化模組 120 之部分，且可選拉引輥 44、46 為拉引模組 130 之部分。可將成形模組、定

尺寸及紋理化模組及可選拉引模組佈置爲一者在另一者下方，且每一對輥之輥隙中心對準在相同垂直面且與相同垂直面（例如，藉由正供料至成形輥之玻璃流或藉由成形輥之輥隙界定的垂直面）對準，以使得將玻璃流/玻璃帶精密地供料至藉由每一對輥界定之輥隙的中心。

【0074】 除成形輥、定尺寸及紋理化輥及拉引輥之外，玻璃成形模組 110、玻璃定尺寸及紋理化模組 120 及玻璃拉引模組 130 可爲實質上相同的。因而，僅將用於定尺寸及紋理化輥 24 及 26 之定位及驅動模組 120 圖示在隨附圖式中且參閱第 8 圖至第 14 圖詳細地於本文描述定位及驅動模組 120。應瞭解，在定尺寸及紋理化輥模組之下列描述中對與第 8 圖至第 14 圖有關之定尺寸及紋理化輥 24 及 26 的引用亦應解釋爲分別對滾壓成形模組之成形輥 14、16 及可選拉引輥模組之拉引輥 44、46 的引用。所描述模組 110、120 及 130 爲簡單、低成本、低輪廓、可堆疊的模組，如本文藉由舉例之方式所描述，該等模組組合形成通用滾壓成形設備或系統。每一單獨模組之整體厚度或高度可僅爲約 114 mm。每一模組可包括可選輻射輥加熱器 114 及可選輻射輥加熱器 116 以促進輥之溫度控制。應瞭解，本文詳細描述之模組僅僅是一代表性配置，該代表性配置可用來安裝、對準、移動及控制本揭示案之成形輥、定尺寸輥/紋理化輥及拉引輥。熟習此項技術者可設計且構造其他配置或系統用於安裝、對準、移動及控制成形輥及定尺寸輥/紋理化輥而不脫離本描述及隨附申請專利範圍之範疇。

【0075】 如第 8 圖至第 11 圖所示，定尺寸及紋理化模組 120 包括氣缸 128、框架 131、平移驅動馬達 132、上軸 158、下軸 159 及中間軸 161。氣缸 128 或諸如液壓缸、電動步進馬達或電動伺服馬達之其他適當平移驅動裝置或能夠產生令人滿意的平移驅動力之任何其他平移驅動裝置，使定尺寸及紋理化輥朝向彼此移動。隨著定尺寸及紋理化輥 24、26 向著彼此移動，定尺寸及紋理化輥 24、26 上之間隔環 34、36 彼此接觸相抵且在定尺寸及紋理化輥 24 與 26 之成形表面之間精密形成/界定間隙。將氣缸安裝至模組之背側，例如，遠離來自熔融玻璃帶之熱量的一側。

【0076】 諸如伺服馬達或步進馬達之電動馬達 132 或諸如氣動馬達或液壓馬達之其他適當旋轉驅動機構經由直角齒輪箱 134、用於反向旋轉內定尺寸及紋理化輥 24 及外定尺寸及紋理化輥 26 之旋轉齒輪箱 136 及施密特聯軸器 (Schmidt coupling) 144、146 來旋轉驅動定尺寸及紋理化輥，以使得在精密控制速度下以相反的方向旋轉驅動定尺寸及紋理化輥。齒輪箱 134 亦可經齒輪傳動以充當齒輪減速器（例如，齒輪減速器 30-1、齒輪減速器 50-1 或齒輪減速器 20-1），用於以相對高扭矩驅動定尺寸及紋理化輥。應瞭解，可藉由以馬達 132 之輸出軸平行於定尺寸及紋理化輥之方式來佈置馬達 132 而除去直角齒輪箱。定尺寸及紋理化輥係藉由伺服馬達以精密速度準確度而旋轉驅動，該伺服馬達可與旋轉驅動其他輥模組 110 及輥模組 130 之伺服馬達同步。如第 13 圖圖示，齒輪箱 136 包括一組齒輪 138，用於沿相反的方向旋轉內定尺寸

輥 24 及外定尺寸及紋理化輥 26。施密特聯軸器允許定尺寸及紋理化輥之軸 202、204（該等軸相對於框架 131 移動）相對於齒輪箱 136 之輸出軸（該等輸出軸相對於框架 131 而固定）的相對平移運動，同時保持在定尺寸及紋理化輥之軸 202、204 與齒輪箱 136 之輸出軸之間的旋轉驅動連接且以精密控制旋轉速度驅動輥，而無在其他類型之平移/可調整旋轉驅動聯軸器中所常見的速度變化或輥之旋轉速度之漣波。施密特聯軸器因此降低玻璃中不良低頻漣波之產生，該等不良低頻漣波原本係由輥之旋轉速度之速度漣波而產生。如下文參閱第 15 圖至第 17 圖更詳細描述，將冷卻液體（例如空氣、水或空氣/水之混合物（霧或其他適當冷卻劑））經由可撓性管穿過旋轉液體管套節 154、156 供料至定尺寸及紋理化輥內且穿過接頭 157 供料至精密軸承座內。

【0077】 如在第 8 圖中最佳看見，將定尺寸及紋理化輥 24、26 之每一者之軸分別安裝在液體冷卻之精密軸承座 124 及精密軸承座 126 中。針對維護及其他目的，軸承座 124 及軸承座 126 可併入快速變化附接特徵結構以促進定尺寸及紋理化輥之安裝及移除。將定尺寸及紋理化輥 24、26 之第一定尺寸及紋理化輥 24 或內定尺寸及紋理化輥 24 之軸承座 124 安裝於中間軸 161 之外端上。將中間軸之內端附接至氣缸 128 之輸出軸 162。如在第 9 圖及第 10 圖中最佳可見，將中間軸之中心部分在穿過框架 131 之內板 163 及外板 164 之孔洞中的套管內滑行低靠軸頸。氣缸之輸出軸 162 自氣缸中之活塞延伸用於如箭頭 167 所圖示往復驅動中間軸。將第二定尺寸及

紋理化輥 26 或外定尺寸及紋理化輥 26 之軸承座 126 安裝於上軸 158 及下軸 159 之外端上。將上軸及下軸之內端附接至氣缸 128 之外殼或安裝板，以使得活塞相對於上軸 158 及下軸 159 移動中間軸。將上軸 158 及下軸 159 之中心部分在穿過框架 131 之內板 163 及外板 164 及穿過內定尺寸及紋理化輥 24 之軸承座 124 之孔洞中的套管內滑行低靠軸頸。

【0078】 如在第 11 圖及第 12 圖中最佳可見，齒輪齒 166、168 係分別成形在中間軸 161 之頂面及在上軸 158 之下表面內之中心部分內。如第 10 圖至第 12 圖所見，小齒輪 172 係提供於扭桿 174 之對端上。扭桿之末端係容納在框架 131 之套管或孔洞內以在框架 131 中固定扭桿之位置。小齒輪 172 嚙合在中間軸 161 及上軸 158 中之「齒條」齒輪。安裝於相同扭桿 174 上時，兩個小齒輪 172 以相同速度旋轉且因此確保內定尺寸及紋理化輥及外定尺寸及紋理化輥之兩端以相同速度同時向著彼此及遠離彼此而移動，且定尺寸及紋理化輥 24 及 26 在藉由氣缸 128 向著彼此及遠離彼此而移動時保持平行於彼此。據發現，當上軸 158 及中間軸 161 係成形有在該等軸之一側的齒輪齒 166、168 時，該等上軸 158 及中間軸 161 趨向於翹曲或彎曲，此可使得軸結合在框架中或毀壞定尺寸輥之期望精密定位及在定尺寸輥之間的玻璃定尺寸間隙之精密成形。為防止齒型軸之此翹曲，可在與齒輪齒 166、168 相反之上軸及中間軸之側成形槽，如第 12 圖可見。

【0079】 應瞭解，小齒輪 172 可嚙合成形在下軸 159 中之齒輪齒，而不是成形在上軸 158 中之齒輪齒，如第 8 圖至第 12

圖所圖示。同樣應瞭解，扭桿 174 及小齒輪使以下情況成為可能：視需要消除其中一個氣缸 128 以及僅用一個氣缸 128 以向著彼此及遠離彼此的方式同時驅動/移動定尺寸及紋理化輥，其中該氣缸 128 僅驅動其中一個中間軸 161。

【0080】 如第 12 圖所最佳看見，可將氣缸 128 之輸出軸 162 經由配接器 182、對準聯軸器 184 及可選螺紋鎖環 186 連接至中間軸。配接器 182 使輸出軸 162 與對準聯軸器 184 緊密配合。對準聯軸器 184 係容納在中間軸 161 之末端中且使中間軸與氣缸之輸出軸對準。螺紋鎖定環 186 調整中間軸之衝程以藉由接觸框架 131 之板 163 調整在內定尺寸及紋理化輥 24 與外定尺寸及紋理化輥 26 之間間隙（亦見第 9 圖及第 10 圖）。

【0081】 可用安裝夾具或安裝架 188 將框架 131 安裝於立式柱或立式管柱（未圖示）上，以使得定尺寸及紋理化輥 24 及定尺寸及紋理化輥 26 位於玻璃供料槽 12（或 ISO 管之根部 108）正下方，且玻璃帶在內定尺寸輥 24 與外紋理化輥 26 之間處於中心。以此方式，當將定尺寸及紋理化輥 24 及定尺寸及紋理化輥 26 藉由氣缸按壓在一起時，將在定尺寸及紋理化輥之輥隙的中心接收玻璃帶。其上安裝框架 131 之柱或管柱可為固定管柱或可在拖車或其他可移動平臺上與其他模組 110、130 一起用於在玻璃供料槽或 ISO 管下方選擇性定位精密玻璃滾壓成形設備 10。安裝夾具 188 提供每一模組 110、120、130 關於玻璃供料槽或 ISO 管及關於其他模組沿著立式管柱之無限垂直可調能力。

【0082】 定尺寸及紋理化輥模組 120 之先前描述實施例可併入三個替代方法，用於在藉由氣缸 128 共同移動定尺寸及紋理化輥 24 及定尺寸及紋理化輥 26 時實現在定尺寸及紋理化輥 24 與定尺寸及紋理化輥 26 之間的精密間隙控制。第一且最精密的方法係藉由使用先前描述之精密尺寸的間隔環 34、36 提供，如第 1 圖至第 3 圖、第 7 圖及第 8 圖圖示。在不考慮在輥軸與輥或軸承座之間的少量偏心率、軸承配合空隙/公差時，或在不考慮軸、軸承、軸承座或支撐結構在操作溫度下之可變膨脹如何時，使用間隔環即可維持精密輥隙控制。

【0083】 控制在定尺寸及紋理化輥 24 與定尺寸及紋理化輥 26 之間的間隙的第二且不太精確的方法可使用間隔墊片 191 提供，如第 8 圖圖示。可在模組之每一側上將精密成形間隔墊片 191 安裝在軸承座 124 與軸承座 126 之間以提供精密間隙控制。墊片 191 可經成形以滑動配合於上軸 158 及下軸 159 之上，以使得不同厚度之墊片（或成形不同厚度之多個墊片）可快速且容易地互換以改變在定尺寸及紋理化輥之間的間隙之大小。使用此方法，在輥軸與輥或軸承座之間的偏心率、軸承配合空隙/公差，或軸或輥在操作溫度下之可變膨脹可導致在定尺寸及紋理化輥之間的間隙之尺寸及均勻性的少量變化與在所得玻璃片 31 之厚度控制及均勻性中的相應變化。墊片賦能輥隙易於快速改變，使得此方法對研究及開發環境或原型設計環境而言是理想的。

【0084】 控制在定尺寸及紋理化輥之間的間隙的第三且較不精確的方法可藉由中間支撐軸 161 上之可選螺紋鎖定環 186

提供，如第 12 圖所圖示。當內軸藉由氣缸 128 向外移動時，鎖定環 186 接觸框架 131（或框架中之套管）以停止中間軸之運動，且因此停止具有界定於定尺寸及紋理化輥之間的期望間隙的內定尺寸及紋理化輥及外定尺寸及紋理化輥之運動。螺紋鎖定環係螺紋連接於內軸 161 之末端，以便鎖定環 186 可沿著內軸移動進入及移動出來以改變停止中間軸之位置且因此改變在定尺寸輥與紋理化輥之間的間隙之大小。在本揭示案之又一實施例中，可將軸環驅動裝置（未圖示）併入模組，用於在玻璃製造期間轉動鎖定環 186 及調整在定尺寸及紋理化輥之間的間隙。如在本技術領域所熟識，感測器（未圖示）亦可經添加至定尺寸及紋理化模組或模組之下游以監測製程且監測正生產之經定尺寸玻璃帶 31、131。以此方式，當藉由感測器偵測到經定尺寸玻璃帶之厚度或其他參數之不良變化時，則在定尺寸及紋理化輥之間的間隙可藉由驅動鎖定環直至正感測之玻璃帶之厚度或其他參數再次在可接受限值範圍內來即時調整。此調整可為手動控制調整或自動化調整。

【0085】 藉由使用間隔墊片 191（見第 8 圖）控制在定尺寸及紋理化輥之間的間隙的第二方法之更容易可調整本質可有利於實驗環境或開發環境，在實驗環境或開發環境中，必須進行間隙之頻繁改變以決定針對新玻璃組成、新操作溫度、新操作生產量、新玻璃帶厚度或新玻璃帶寬度等的最佳間隙。然而，間隔環 34、36 可更有利於生產環境，在生產環境中，固定在定尺寸及紋理化輥之間的間隙且期望更精密玻璃

帶厚度控制。

【0086】 現在轉向第 14 圖至第 17 圖，現在將參閱外定尺寸及紋理化輥 26 描述定尺寸及紋理化輥 26 之實施例。應瞭解，內定尺寸輥 24 係與外定尺寸及紋理化輥 26 相同，不同之處在於外定尺寸及紋理化輥 26 具有成形在玻璃接觸表面內或在玻璃接觸表面上之紋理特徵結構 198 之圖案，而內定尺寸輥 24 為光滑的。然而，應瞭解，內定尺寸輥 24 可視需要包括紋理特徵結構之圖案以使得內輥為除外定尺寸輥 26 外的定尺寸及紋理化輥或代替外定尺寸輥 26。

【0087】 如先前所描述，外定尺寸及紋理化輥 26 及內定尺寸輥 24 每一者包括隔熱圓筒或塗層 192。隔熱圓筒 192 係安裝在端蓋 194 與端蓋 196 之間。軸 202 及軸 204 可與端蓋整體地成形，用於旋轉安裝定尺寸及/或紋理化輥於水冷卻之精密軸承座 124 中。可將精密成形間隔環 34 安裝在成形於隔熱圓筒 192 之末端與端蓋 194 及端蓋 196 之間的凹槽中（見第 14 圖及第 15 圖）。間隔環 34 之外圓筒狀軸承表面延伸超過隔熱圓筒 192 之外玻璃定尺寸表面 236 之外的距離等於玻璃帶 31 之期望最終厚度之一半。隔熱圓筒 192 之外圓筒狀表面可包括由諸如另一陶瓷材料或陶瓷材料之組合的隔熱材料成形之熱障層（未圖示），以抑制自熔融玻璃至圓筒 192 之熱損失/熱傳遞。

【0088】 為在約 100°C 之期望的相對冷操作表面溫度下維持定尺寸及紋理化輥 26（或內定尺寸輥 24）之隔熱圓筒 192，具有複數個分佈孔洞 244 之冷卻劑分配器或噴射管 242 係中

心定位在隔熱圓筒 192 內部。將諸如水、空氣及水霧之冷卻流體（或冷卻劑）246 或其他適當冷卻流體在壓力下經由旋轉液體管套節 154 供料(246a)至冷卻劑分配器 242(見第 15 圖)。冷卻流體 246a 自分佈孔洞 244 噴射至隔熱圓筒之內圓筒狀表面上且冷卻隔熱圓筒 192。經加熱之冷卻流體 246b 係經由在噴射管 242 與軸 202 及旋轉液體管套節 154 之間的環狀間隙 248 自隔熱圓筒之內部移除。可將分佈孔洞 244 以任何期望圖案佈置以實現期望冷卻效應。舉例而言，相較於定尺寸及/或紋理化輥之末端部分，在需要更多冷卻之定尺寸及/或紋理化輥之中心部分可能有更多冷卻孔洞，例如更高密集度之冷卻孔洞。

【0089】 定尺寸及紋理化輥 26 之外表面具有成形在該外表面上之紋理特徵結構 198（或紋理 198）之圖案。僅藉由舉例之方式，可利用雷射以使用廣泛用於印刷工業中成形網紋輥之製造技術雕刻紋理化輥 26 之表面來成形紋理特徵結構 198。可使用雷射於輥之表面上雕刻紋理特徵結構 198 之規則、可重複的幾何學圖案，或雷射可於紋理化輥之表面上成形紋理特徵結構 198 之隨機圖案。紋理特徵結構可全部具有相同尺寸及幾何學形狀，或具有兩個或兩個以上之尺寸及幾何學形狀，或甚至具有隨機尺寸及幾何學形狀。紋理特徵結構可以規則、可重複的圖案或變化圖案或甚至隨機圖案排列於紋理化輥之表面上。凹陷式紋理特徵結構係主要圖示在圖式中為凹陷，諸如在紋理化輥 26 之表面內之凹坑或裂縫，該等凹陷成形對應成形凸起之特徵結構，諸如在玻璃帶之表面

上之凸塊或脊。或者，紋理特徵結構 198 可為凸起特徵結構，諸如凸塊或脊，該等凸起特徵結構成形對應成形之凹陷，諸如在玻璃帶之表面上的凹坑或裂縫。紋理特徵結構 198 可藉由直接雷射雕刻、施加電弧電漿噴射之陶瓷表面塗層，或諸如蝕刻、噴砂之任何其他適當雕刻或材料移除製程以及其他表面複製方法而成形。凸起特徵結構可以任何適當材料沉積製程成形於紋理化輥之表面上。成形在紋理化輥中且經施予至玻璃帶之表面的紋理特徵結構可由具有小至 $10\ \mu\text{m}$ 至 $12\ \mu\text{m}$ 之尺寸的特徵結構之極其精細表面紋理圖案成形。

【0090】 紋理特徵結構 198 可採取許多幾何學形式或幾何學形狀。舉例而言，紋理特徵結構可為六邊形、菱形或其他幾何學形狀或甚至隨機形狀。在一實例中，特徵結構可為密集度為每英吋 1200 個單元、單元開口為 $18\ \mu\text{m}$ 及在單元之間的壁厚度為 $3\ \mu\text{m}$ 的單元之 60° 六邊形圖案。在另一實例中，特徵結構可為具有不同特徵結構或單元計數之間隔凹陷，該等間隔凹陷成形紋理化輥表面之總表面面積之自 20% 至 100% 的表面覆蓋度。在其他實例中，紋理特徵結構可以三個或三個以上密集間隔之特徵結構或單元的群組而排列，且該等群組以重複圖案或隨機圖案排列於紋理化輥之表面上。可以直接雷射雕刻技術產生幾乎無限數量之單元圖案。亦可使用一系列聚焦透鏡以施予玻璃表面具有期望形狀、間隔及尺寸之紋理特徵結構或單元。

【0091】 在玻璃成形設備 10 之正常操作期間，玻璃成形輥 14、16 係設置有成形在成形輥之間的玻璃成形間隙，該玻璃

成形間隙係大於成形在定尺寸及紋理化輥 24 與 26 之間的玻璃定尺寸間隙。玻璃成形輥 14、16 亦可以比定尺寸及紋理化輥 24、26 慢的速度/每分鐘轉數(revolutions per minute; RPM)而工作。以比玻璃成形輥高的 RPM 操作定尺寸及紋理化輥在玻璃成形輥與玻璃定尺寸輥之間的玻璃片 21 中產生張力且拉伸該片 21。維持玻璃片 21 中之張力幫助維持成形片 21 之穩定性且亦可用來在成形玻璃片 21 進入定尺寸及紋理化輥之輥隙之前拉伸且變薄成形玻璃片 21。舉例而言，玻璃片 21 可藉由成形輥成形至 2 mm 之厚度且在進入定尺寸及紋理化輥輥隙之前在成形輥與定尺寸輥之間拉伸及變薄，在定尺寸及紋理化輥輥隙中可將該玻璃片 21 定尺寸至 1 mm 之厚度。類似地，可以比定尺寸輥 24、26 高的速度驅動拉引輥 44、46 以在定尺寸輥與拉引輥之間的玻璃帶 31 中產生張力且使該玻璃帶 31 穩定、拉伸及/或變薄。亦應注意，玻璃成形輥、定尺寸及紋理化輥及可選拉引輥之輥隙及輥速度可經適當地選定以使得玻璃穿過每一輥組之體積流速相等。

【0092】 本文描述之玻璃滾壓成形設備之模組/可堆疊設置可以許多方式容易設置以藉由簡單地添加、減去及替代系統中之不同玻璃輥模組而賦能數量極其龐大的玻璃成形設置及玻璃成形操作，用於各式各樣的玻璃組成、玻璃片寬度、玻璃片厚度、玻璃片表面/厚度尺寸控制及甚至玻璃片表面圖案化。本文描述之玻璃滾壓成形設備及製程之模組/可堆疊設置亦藉由簡單添加玻璃修整輥模組而賦能特殊表面特徵結構或紋理之併入，該玻璃修整輥模組在玻璃定尺寸輥之一者或兩

者之玻璃成形表面中具有期望表面特徵結構或突出的紋理。

【0093】 可獨立且分離地控制諸如同步馬達或步進馬達之電動馬達 132 或用於旋轉驅動每一模組中之輥的其他適當旋轉驅動機構，使得每一模組中之輥可獨立於其他模組中之輥且以與其他模組中之輥不同的速度或扭矩或以與一或更多其他模組中之輥相同的速度或扭矩而旋轉驅動。為實現此舉，在每一模組中使用感測器感測每一輥之旋轉速度及/或扭矩。訊號係自每一感測器傳送至隨後傳送訊號至驅動每一輥之旋轉驅動機構之控制器，藉此將每一輥之旋轉速度或扭矩控制在期望操作範圍內。以此方式，可以某旋轉速度或扭矩驅動輥對，該旋轉速度或扭矩稍微高於剛好在該輥對上方之輥對的旋轉速度或扭矩，以在該等兩輥對/模組之間拉引玻璃帶。舉例而言，可以較低速度驅動上輥對，該較低速度為相對於下輥對之速度的具體比值或百分比，諸如在自約 9:10 至約 1:2 之範圍內之比值或百分比，例如可以下輥之速度之約 50%至下輥之速度之約 90%的速度驅動上輥。

【0094】 系統可容納由各式各樣的材料成形之各式各樣的輥類型，諸如，藉由舉例之方式，由不銹鋼或英高鎳，或陶瓷塗覆之不銹鋼及其他適當材料製得之成形輥 14、16；由具有諸如陶瓷塗層或陶瓷套筒之隔熱表面之不銹鋼或諸如氧化鋅之其他陶瓷基體材料製得的定尺寸及紋理化輥 24、26；及由具有陶瓷塗層或陶瓷套筒或高溫聚矽氧塗層或高溫聚矽氧套筒之不銹鋼或其他適當材料製得的拉引輥 44、46。可與本揭示案之系統一起使用之輥包括但不限於先前描述之成形輥、

定尺寸輥/紋理化輥及拉引輥以及額外可選輥，該等額外可選輥係諸如具有修邊機之輥或具有如第 18 圖圖示之玻璃刀具 264、266 之切割輥 254、256。切割輥 254、256 可由鋼或鋁製得，具有硬化鋼刀具。

【0095】 刀具輥之旋轉速度可與定尺寸輥速度或玻璃帶速度同步。可調整切割輥之旋轉速度以自玻璃帶切割具有期望長度之玻璃片。舉例而言，若期望相對短的玻璃片，則可以相對高的旋轉速度（例如，定尺寸輥之旋轉速度之速度的 150%）旋轉驅動切割輥，同時刀具不與玻璃接觸，使得刀具以可比玻璃帶之速度快的速度繞切割輥之軸快速行進。隨後切割輥之旋轉速度隨著刀具 264、266 逼近玻璃帶而減小，以便當刀具接觸到玻璃帶且切割玻璃帶時，切割輥之旋轉速度與玻璃帶之速度同步。隨後切割輥之旋轉速度隨著刀具與玻璃帶分離而增大且重複製程以自玻璃帶切割另一玻璃片。若期望相對長的玻璃片，則可以相對低的旋轉速度（例如，定尺寸輥之旋轉速度之速度的 50%）旋轉驅動切割輥，同時刀具不與玻璃接觸，使得刀具以可比玻璃帶之速度慢的速度繞切割輥之軸緩慢行進。隨後切割輥之旋轉速度隨著刀具 264、266 逼近玻璃帶而增大，以便當刀具接觸到玻璃帶且切割玻璃帶時，刀具之速度與玻璃帶之速度同步。以此方式，在刀具與玻璃帶分離時可對系統控制器「撥入」任何期望片長度用於藉由調整切割輥之速度而切割出任何期望長度的玻璃片。若在玻璃帶中偵測缺陷，控制器可控制切割輥切割缺陷之任一側上的玻璃帶且因此自玻璃帶切割含有缺陷之部分玻璃帶。

隨後可廢棄或再循環此有缺陷的玻璃片。

【0096】 可視需要將第 18 圖示意圖示之輻射輥加熱器 114、116 安裝至成形輥模組 110 之軸承座以與成形輥 14、16 一起移動（或者移動至至框架 131）且促進玻璃成形輥 14、16 之溫度控制（如第 18 圖圖示）。如第 7 圖圖示，亦可將輻射加熱器安裝至定尺寸及紋理化輥模組 120 之一或更多軸承座以控制玻璃定尺寸及紋理化輥 24、26 之表面溫度，及安裝至拉引輥模組 130 之軸承座以控制拉引輥 44、46 之表面溫度，或安裝至併入本揭示案之玻璃成形設備之任何其他輥模組。輻射加熱器可包括溫度感測器 124、126 及輻射加熱元件 125、127。

【0097】 溫度感測器 124、126 可為安裝有對玻璃成形輥 14、16 及玻璃定尺寸輥 24、26 之成形表面之瞄準線的紅外感測器或光測高溫計，以感測輥之表面的表面溫度。控制器響應於藉由溫度感測器感測之溫度控制輻射加熱元件之電流以將玻璃成形輥之表面之溫度維持為實質上恆定處於期望操作表面溫度下，例如在約 500°C 至約 600°C 之操作溫度下。亦可於定尺寸及紋理化輥模組上提供紅外感測器及加熱器，以在定尺寸及紋理化輥模組處控制定尺寸及紋理化輥之表面的溫度。

【0098】 第 18 圖亦圖示本揭示案之替代實施例，其中凸起式紋理特徵結構 201 係成形於玻璃帶 31 之表面上。根據本揭示案之一實施例。將粉末材料 203 自加料斗 205 供料至紋理化輥 26 上。計量刀片 207 刮掉紋理化輥 26 表面上的過剩材料 203，使紋理化輥之表面中之凹陷式特徵結構 198 充滿粉末材

料。隨後將粉末材料沉積至玻璃帶 31 之表面內或玻璃帶 31 之表面上。來自玻璃帶之熱量燒結或者熔合或鑲嵌粉末材料以於玻璃帶之表面上成形硬凸起特徵結構 201。

【0099】 在本揭示案之另一實施例中，可將粉末材料或顆粒材料以如第 20 圖圖示之噴嘴 215c 噴射或者沉積至玻璃流 11 或玻璃流 21 之一者上。在另一實施例中，可將粉末材料或顆粒材料噴射或者沉積至成型輥 14、16 之輥隙處的玻璃之潭 99 內。在該等實施例中，將粉末材料或顆粒材料局部嵌入、熔融或壓印至玻璃帶 31 之表面內以於玻璃帶上成形凸起式紋理特徵結構。該方法亦可嵌入與玻璃稍有不同的材料至玻璃片之表面內/玻璃片之表面上以產生獨特雙重組成表面。

【00100】 本揭示案之此系統可與各式各樣的玻璃取出裝置及玻璃成形裝置或玻璃修整裝置緊密配合，該等裝置包括但不限于加熱平板取出裝置、具有母模孔穴之真空玻璃成形模 260、具有支撐環及母模孔穴之真空玻璃成形模、具有支撐環及陽模孔穴之真空玻璃成形模、安裝於水平傳送帶上之薄殼真空玻璃成形模、平帶傳送帶玻璃片取出裝置、水平真空玻璃成形機系統及輪轂機真空玻璃成形機系統。如第 19 圖圖示，玻璃取出裝置可包括傳送帶 262 上之真空玻璃成形模 260。隨後將自硬化玻璃帶切割真空模製紋理玻璃窗格且使用習知修整製程修整。

【00101】 第 20 圖圖示本揭示案之替代實施例，其中在安裝於惰輪 213 及紋理化輥 26 上之環形帶 211 之表面中提供紋理特徵結構 198。定尺寸輥/紋理化輥 26 之相對冷溫度保持皮帶相

對冷，以使得可使用各種材料成形環形帶 211。皮帶可具有如本文先前描述之相對於紋理化輥 26 凹陷之紋理特徵結構或凸起之紋理特徵結構。可將粉末以加料斗及計量刀片供料至皮帶（如在第 18 圖圖示之供料粉末至紋理化輥 26）用於傳遞至玻璃帶 31。在一實施例中，皮帶可為具有完全穿過皮帶成形或局部穿過皮帶成形之孔洞的薄皮帶以在皮帶中成形凹陷式紋理特徵結構。或者，皮帶可為由金屬或克維拉纖維製得之精細網篩。在另一實施例中，粉末或顆粒可自噴嘴 215a 噴射至皮帶 211 上用於傳遞，且皮帶上之粉末可藉由計量刀片（未圖示在第 20 圖中）計量。或者，噴嘴 215b 可噴射粉末或顆粒至成形輥 16 上或至在成形輥 14、16 與定尺寸及紋理化輥 24、26 之間的玻璃帶 21 上。

【00102】 本文描述之玻璃滾壓成形設備係相對低成本且由原型直接可縮放至試點生產、至商業生產，且由於該玻璃滾壓成形設備與眾多玻璃輸送方法之兼容性而容易可縮放至較大寬度或較小寬度。本文描述之玻璃成形系統之模組/可堆疊設置使系統能夠容易客製化且用作研究工具、製程或生產開發工具、原型設計工具或商業玻璃生產系統。當用作研究工具、原型設計工具或開發工具時，使用如本文先前描述之在定尺寸及紋理化輥 24、26 之間及/或成形輥 14、16 之間界定間隙的軸承座 124、126 及墊片方法可為有利的，以使得可快速且可靠地改變間隙之寬度。然而，在定尺寸及紋理化輥 24、26 之間及/或在成形輥 14、16 之間界定間隙的更精密間隔環 36 方法可有利地用於玻璃片之商業生產。

【00103】 本文描述之精密玻璃滾壓成形設備及製程在定尺寸期間使玻璃片成形之功能與尺寸控制及紋理化之功能分離。初始玻璃片成形要求在約 1000°C 及更高（例如，自約 1000°C 至約 1500°C）之相對高玻璃溫度下執行玻璃滾壓，此從歷史上看在成形具有小於 2 mm 之厚度的薄片時不能進行精密厚度控制。藉由添加維持在 400°C 或更低、300°C 或更低或 200°C 或更低之低得多的相對冷表面溫度下之第二對（及潛在地第三對或更多對）玻璃定尺寸輥，使本文描述之玻璃滾壓成形設備能夠精密形成具有精密厚度（例如在 ± 0.025 mm 或更小內）之非常薄（例如，1 mm 或更薄、0.8 mm 或更薄或 0.75 mm 或更薄）玻璃片，且在 20 m/min 或更多之高產率/玻璃生產量/製程速度下在第一成形輥或頂部成形輥與最終陶瓷塗覆定尺寸輥或底部陶瓷塗覆定尺寸輥之間具有極少的玻璃片寬度衰減。本揭示案之精密玻璃滾壓成形設備亦可用來成形具有精密厚度控制及期望表面紋理之厚度高達 4 mm 或更多之玻璃片。輥的長度可高達 1200 mm 或更多且產生寬度高達 900 mm 或更多之玻璃片。成形輥及定尺寸及紋理化輥之立式設置消除由於水平滾壓成形設置或傾斜滾壓成形設置而在玻璃中產生之波狀起伏。本揭示案之玻璃滾壓成形設備亦可用來以比習知滾壓成形裝置高的速度成形薄、紋理玻璃。舉例而言，本揭示案之本設備可以約 500 mm 玻璃每秒的速率成形具有約 0.8 mm 至 1.2 mm 之厚度的玻璃陶瓷片，然而習知滾壓成形裝置可僅能夠以約 300 mm 至 600 mm 每分鐘的速率生產相對厚（6 mm 至 12 mm）的玻璃片。

【00104】 本文描述之玻璃滾壓成形設備及製程亦使在玻璃成形輥處玻璃流之輸送溫度下具有約 200 泊之相對低黏度之各種玻璃組成及玻璃陶瓷組成以及在玻璃成形輥處具有約 10,000 泊之相對高黏度之玻璃能夠精密厚度成形及紋理化。本揭示案之玻璃設備亦能夠在諸如 20 m/min 至 36 m/min 之相對高生產率下成形精密厚度玻璃片。

實例

【00105】 將藉由下列實例進一步闡明各種實施例。

實例 1

【00106】 將連續供應之熔融玻璃陶瓷自魚尾狹槽供料供應至如第 7 圖至第 14 圖圖示之玻璃滾壓成形設備達較長時間（第 7 圖）。在約 1200°C 之輸送溫度下輸送玻璃，在輸送時黏度為約 300 泊，且輸送流速為約 300 磅每小時。設備包括由不銹鋼製得之上面一組成形輥及具有熱障塗層之下面一組陶瓷塗覆定尺寸輥。成形輥係在「熱」表面溫度下工作，該「熱」表面溫度在自約 550°C 至約 580°C 之間變化。定尺寸及紋理化輥係在約 100°C 之「冷」表面溫度下工作。玻璃係以近似 254 mm/sec 之直線速度滾壓成形且定尺寸。樣本為近似 88 mm 寬且沿長度方向切割成約 305 mm。玻璃係在中心線及離每一邊緣約四分之一英吋處沿著樣本之長度以線標記。沿著彼等三條線之每一者沿著玻璃片每隔一英吋進行一次厚度量測。所量測厚度在彼此之約 ± 0.0125 mm 內。

【00107】 自各種實驗之觀測結果包括以下各者。

- 可使用此類型玻璃成形系統產生 0.7 mm 薄的玻璃片。

- 發現輥表面溫度控制為需要控制以產生可接受產品之關鍵參數。

- 使用不銹鋼玻璃滾壓成形表面，在溫度控制為 580°C 至 600°C（以光測高溫計量測）之表面溫度的玻璃成形輥 14、16 上實現最佳結果。

- 低於 580°C 之成形輥表面溫度導致橫越玻璃片兩側延伸的表面霧或週期性熱裂紋。

- 若輥表面溫度高於 620°C，則玻璃極有可能包覆在成形輥周圍。

- 輥表面溫度越低，需要輥工作越快以防止熱裂紋或熱細紋狀霧。應相信，此係歸因於當溫差較大時，自熱玻璃至較冷玻璃成形輥或定尺寸及紋理化輥之熱傳遞的增加。

【00108】 本文描述之此技術的主要商業優勢係製程可擴展為大規模、三維型及大批量高生產率。用本文描述之裝置及製程使具有低至 10 μm 至 12 μm 之特徵結構大小的極其精細表面紋理圖案成為可能。應能夠產生組合全部期望特徵/特性之表面，該等特徵/特性包括防眩、低觸碰摩擦、防塗汙及防指紋印記。藉由利用控制雷射雕刻工具之高度先進設計軟體，使具有非常特殊幾何學圖案之特別設計之表面紋理成為可能。在低表面溫度下操作之紋理化輥應顯示非常長的壽命而無顯著劣化。藉由利用本揭示案之通用玻璃滾壓成形及紋理化機器及製程將極大地增強期望表面紋理幾何形狀之玻璃表面複製，其中在玻璃片已由本文描述之頂部成形輥組成形之後，定尺寸及紋理化輥接觸熱玻璃片。可使用此技術將正（凸

形或突出式)表面特徵結構、負(凹形或凹陷式)表面特徵結構或正表面特徵結構及負表面特徵結構之組合應用於玻璃表面。

【00109】藉由本揭示案之製程及設備成形之紋理玻璃片可用作使用者介面、控制裝置、顯示器、建築裝置、電器、電子裝置、傢俱、手持式電子裝置、電腦熒幕、微透鏡陣列、光電池、生物醫學裝置及其他裝置之覆蓋玻璃。

【00110】本文描述之此製程及設備結合本文描述之通用滾壓成形設備及製程與特別設計且製造之紋理化輥，該等特別設計且製造之紋理化輥於玻璃片之表面上按實際尺寸刻印紋理圖案。此製程及設備亦允許由離開定尺寸及紋理化輥的熱玻璃製造真空成形三維產品。此製程及設備係完全可擴展至大規模大量生產。本文描述之此雙輥組成形製程及設備之一主要優勢係可在最佳製程溫度下紋理化玻璃，例如以自約 100°C 至約 200°C 之相對冷或低的紋理化輥表面溫度，以使得刻印至玻璃內的紋理保持清楚界定的且不損失明晰度。

熟習此項技術者將顯而易見，可在不脫離本發明之精神及範疇之情況下，對本發明進行各種修改及變化。

【符號說明】

【00111】

- 10 設備
- 11 熔融玻璃流
- 12 魚尾狹槽或供料槽

14	成形輥
16	成形輥
21	玻璃片
24	定尺寸輥/紋理化輥/成形輥
26	定尺寸輥/紋理化輥/成形輥
31	玻璃帶
34	間隔環
36	間隔環
41	玻璃帶
44	拉引輥
46	拉引輥
70	長柄勺或坩堝
78	入口管
80	ISO 管/成形主體
82	上部槽形部分
83	下部楔形部分
88	槽底面
84	第一外部槽側面
86	第二外部槽側面
90	開口溝槽
94	第一槽頂面
96	第二槽頂面
98	虛線
99	潭

- 101 虛線
- 104 斜式第一楔形側面
- 106 斜式第二楔形側面
- 108 根部
- 110 玻璃成形模組
- 111 玻璃帶
- 114 加熱器
- 116 加熱器
- 120 玻璃定尺寸及紋理化模組
- 124 軸承座
- 125 輻射加熱元件
- 127 輻射加熱元件
- 126 軸承座
- 128 氣缸
- 130 可選玻璃拉引模組
- 131 框架
- 132 馬達
- 134 齒輪箱
- 136 齒輪箱
- 138 齒輪
- 144 聯軸器
- 146 聯軸器
- 154 管套節
- 156 管套節

157	接頭
158	上軸
159	下軸
161	中間軸
162	輸出軸
163	內板
164	外板
166	齒輪齒
167	箭頭
168	齒輪齒
172	小齒輪
174	扭桿
182	配接器
184	聯軸器
186	螺紋鎖環
188	安裝夾具或安裝架
191	墊片
192	隔熱圓筒或塗層
194	端蓋
196	端蓋
198	紋理特徵結構
201	紋理特徵結構
202	軸
203	粉末材料

- 204 軸
- 205 加料斗
- 207 計量刀片
- 211 環形帶
- 213 惰輪
- 215a 噴嘴
- 215b 噴嘴
- 215c 噴嘴
- 236 表面
- 242 冷卻劑分配器或噴射管
- 244 分佈孔洞
- 246 冷卻液體
- 246a 冷卻液體
- 246b 冷卻液體
- 248 環狀間隙
- 254 切割輥
- 256 切割輥
- 260 真空玻璃成形模
- 262 傳送帶
- 264 玻璃刀具
- 266 玻璃刀具
- A 線
- B 線
- T₁ 弧線

T₂ 距離

T₃ 距離

【生物材料寄存】

國內寄存資訊【請依寄存機構、日期、號碼順序註記】

無

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

申請專利範圍

1. 一種用於精密滾壓成形及紋理化玻璃片或玻璃陶瓷片之設備，該設備包含：

一玻璃供料裝置，用於供應熔融玻璃或熔融玻璃陶瓷之一供應流；

一對成形輥，該對成形輥維持在 500°C 或更高之一表面溫度下，該等成形輥係緊鄰彼此而間隔以在該等成形輥之間界定一玻璃成形間隙，且該玻璃成形間隙位於該玻璃供料裝置正下方用於接收熔融玻璃之該供應流及使在該等成形輥之間的熔融玻璃之該供應流變薄以形成具有一成形厚度之一成形玻璃帶；

一對定尺寸輥，該對定尺寸輥維持在 400°C 或更低之一表面溫度下，該等定尺寸輥各包含具有一外玻璃定尺寸表面之一隔熱圓筒，該等定尺寸表面之至少一者具有一紋理表面，

一第一對間隔環及一第二對間隔環，該第一對間隔環鄰近該等定尺寸輥中的第一定尺寸輥的該隔熱圓筒的各端安裝，及該第二對間隔環鄰近該等定尺寸輥中的第二定尺寸輥的該隔熱圓筒的各端安裝，該第一對間隔環與該第二對間隔環包含外圓筒狀軸承表面，該等外圓筒狀軸承表面徑向延伸超過該個別隔熱圓筒之該外玻璃定尺寸表面；及

一平移驅動裝置，該平移驅動裝置按壓（press）該第一與第二定尺寸輥的該等外圓筒狀軸承表面及該第一對間隔環嚙合該第二對間隔環並因此界定該對定尺寸輥之間的一玻璃

定尺寸間隙；

其中該玻璃定尺寸間隙位於該等成形輥正下方用於接收該成形玻璃帶及使該成形玻璃帶變薄且對該成形玻璃帶施予紋理，以產生具有一期望厚度、一期望厚度均勻性及於該玻璃帶之至少一個表面上具有一期望紋理的一經定尺寸玻璃帶。

2. 如請求項 1 所述之設備，其中該玻璃供料裝置在 1000°C 或更高之一熔融玻璃溫度及在自 200 泊至 10000 泊之一範圍內之一玻璃黏度下供料該熔融玻璃流至該等成形輥。

3. 如請求項 1 所述之設備，其中該等定尺寸輥之每一者之外圓筒狀玻璃定尺寸表面係成形有一半徑及與該定尺寸輥之旋轉軸的同心度，該同心度變化不超過 $\pm 0.0125\text{ mm}$ ，藉此該經定尺寸玻璃帶之該厚度變化不超過 $\pm 0.025\text{ mm}$ 。

4. 如請求項 3 所述之設備，其中以下之至少一者成立：

(a)該定尺寸間隙具有 1 mm 或更小之一厚度，藉此該經定尺寸玻璃帶具有 1 mm 或更小之一厚度；或

(b)該成形間隙具有 1.5 mm 至 2 mm 之一厚度。

5. 如請求項 3 所述之設備，其中該等定尺寸輥為以下之每一者：

(a)由一隔熱材料所形成；

(b)以一隔熱材料塗覆；或

(c)由一空心內金屬圓筒及一外隔熱陶瓷層所形成。

6. 如請求項 1 所述之設備，該設備進一步包含一環形帶，該環形帶具有安裝於該至少一個定尺寸輥上之一紋理表面，藉此該環形帶於該至少一個定尺寸輥上形成該紋理表面。

7. 一種用於精密滾壓成形及紋理化玻璃片或玻璃陶瓷片之設備，該設備包含：

一玻璃供料裝置，用於供應熔融玻璃或熔融玻璃陶瓷之一供應流；

一對成形輥，該對成形輥維持在 500°C 或更高之一表面溫度下，該等成形輥係緊鄰彼此而間隔以在該等成形輥之間界定一玻璃成形間隙，且該玻璃成形間隙位於該玻璃供料裝置正下方用於接收熔融玻璃之該供應流及使在該等成形輥之間的熔融玻璃之該供應流變薄以形成具有一成形厚度之一成形玻璃帶；以及

一對定尺寸輥，該對定尺寸輥維持在 400°C 或更低之一表面溫度下，該等定尺寸輥各包含具有一外玻璃定尺寸表面之一隔熱圓筒，

一第一對間隔環及一第二對間隔環，該第一對間隔環鄰近該等定尺寸輥中的第一定尺寸輥的該隔熱圓筒的各端安裝，及該第二對間隔環鄰近該等定尺寸輥中的第二定尺寸輥的該隔熱圓筒的各端安裝，該第一對間隔環與該第二對間隔

環包含外圓筒狀軸承表面，該等外圓筒狀軸承表面徑向延伸超過該個別隔熱圓筒之該外玻璃定尺寸表面；及

一平移驅動裝置，該平移驅動裝置按壓該第一與第二定尺寸輥的該等外圓筒狀軸承表面及該第一對間隔環嚙合該第二對間隔環並因此界定該對定尺寸輥之間的一玻璃定尺寸間隙；

其中該玻璃定尺寸間隙位於該等成形輥正下方用於接收該成形玻璃帶及使該成形玻璃帶變薄以產生具有一期望厚度及一期望厚度均勻性之一經定尺寸玻璃帶；以及

一設備，該設備用於沉積材料至該玻璃帶之至少一個表面上且因此施予一期望紋理於該玻璃帶之該至少一個表面上。

8. 如請求項 7 所述之設備，其中用於沉積一材料之該裝置包含一噴嘴，該噴嘴噴射該材料至以下之一者上：

- (a)該等定尺寸輥之至少一者；
- (b)環繞在該等定尺寸輥之至少該一者周圍之一環形帶；
- (c)環繞在該等成形輥之至少一者周圍之一環形帶；或
- (d)至該玻璃帶之該至少一個表面上。

9. 一種用於將玻璃或玻璃陶瓷精密滾壓成為紋理玻璃片之製程，該製程包含以下步驟：

供應熔融玻璃或熔融玻璃陶瓷之一垂直流；

利用維持在 500°C 或更高或 600°C 或更高之一表面溫度下

的一對成形輥來形成熔融玻璃之該供應流，以形成具有一成形厚度之一成形玻璃帶，該等成形輥係緊鄰彼此而間隔以在該等成形輥之間界定一玻璃成形間隙，且該玻璃成形間隙位於該玻璃供料裝置的垂直下方；以及

利用維持在 400°C 或更低之一表面溫度下的一對定尺寸輥來定尺寸該成形玻璃帶，該等定尺寸輥係緊鄰彼此而間隔以在該等定尺寸輥之間界定一玻璃定尺寸間隙，且該玻璃定尺寸間隙位於該等成形輥的垂直下方，該等定尺寸輥之至少一者具有對該玻璃帶之至少一個表面施予一紋理之一紋理表面，藉此產生具有小於該成形厚度之一期望厚度、於該玻璃帶之至少一個表面上之一期望紋理及一期望厚度均勻性之一定尺寸及紋理玻璃帶，

其中該等定尺寸輥各包含具有一外玻璃定尺寸表面的一隔熱圓筒，一第一對間隔環及一第二對間隔環，該第一對間隔環鄰近該等定尺寸輥中的第一定尺寸輥的該隔熱圓筒的各端安裝，及該第二對間隔環鄰近該等定尺寸輥中的第二定尺寸輥的該隔熱圓筒的各端安裝，該第一對間隔環與該第二對間隔環包含外圓筒狀軸承表面，該等外圓筒狀軸承表面徑向延伸超過該個別隔熱圓筒之該外玻璃定尺寸表面；及

其中一平移驅動裝置按壓該第一與第二定尺寸輥的該等外圓筒狀軸承表面以及該第一對間隔環嚙合該第二對間隔環並因此界定該玻璃定尺寸間隙的一厚度。

10. 如請求項 9 所述之製程，其中該定尺寸步驟包含以下步

驟：將該對定尺寸輥維持在 300°C 或更低或 200°C 或更低之一表面溫度下。

11. 如請求項 9 所述之製程，其中該經定尺寸玻璃帶之該厚度均勻性變化不超過 ± 0.025 mm。

12. 如請求項 9 所述之製程，其中以下之至少一者成立：

(a) 該經定尺寸玻璃帶具有 1 mm 或更小之一厚度；或

(b) 該成形玻璃帶具有 1.5 mm 至 2 mm 之一厚度。

13. 如請求項 9 所述之製程，其中該玻璃供料裝置在 1000°C 或更高之一玻璃溫度下供料該熔融玻璃流至該等成形輥。

14. 如請求項 9 所述之製程，其中在 200 泊至 10000 泊之一範圍內之一玻璃黏度下或在 10000 泊或更高之玻璃黏度下供應該熔融玻璃。

15. 一種用於將玻璃或玻璃陶瓷精密滾壓成為紋理玻璃片之製程，該製程包含以下步驟：

供應熔融玻璃或熔融玻璃陶瓷之一垂直流；

利用維持在 500°C 或更高或 600°C 或更高之一表面溫度下的一對成形輥來形成熔融玻璃或熔融玻璃陶瓷之該供應流，以形成具有一成形厚度之一成形玻璃帶，該等成形輥係緊鄰彼此而間隔以在該等成形輥之間界定一玻璃成形間隙，且該

玻璃成形間隙位於該玻璃供料裝置的垂直下方；

利用維持在 400°C 或更低之一表面溫度下的一對定尺寸輥來定尺寸該成形玻璃帶，該等定尺寸輥係緊鄰彼此而間隔以在該等定尺寸輥之間界定一玻璃定尺寸間隙，且該玻璃定尺寸間隙位於該等成形輥的垂直下方，藉此產生具有小於該成形厚度之一期望厚度及一期望厚度均勻性之一定尺寸及紋理玻璃帶；以及

沉積一材料至該玻璃帶之至少一個表面上，藉此於該玻璃帶之該至少一個表面上形成一期望紋理，

其中該等定尺寸輥各包含具有一外玻璃定尺寸表面的一隔熱圓筒，一第一對間隔環及一第二對間隔環，該第一對間隔環鄰近該等定尺寸輥中的第一定尺寸輥的該隔熱圓筒的各端安裝，及該第二對間隔環鄰近該等定尺寸輥中的第二定尺寸輥的該隔熱圓筒的各端安裝，該第一對間隔環與該第二對間隔環包含外圓筒狀軸承表面，該等外圓筒狀軸承表面徑向延伸超過該個別隔熱圓筒之該外玻璃定尺寸表面；及

其中一平移驅動裝置按壓該第一與第二定尺寸輥的該等外圓筒狀軸承表面以及該第一對間隔環嚙合該第二對間隔環並因此界定該玻璃定尺寸間隙的一厚度。

16. 如請求項 15 所述之製程，其中該沉積材料之步驟包含以下步驟：

沉積材料至該至少一個定尺寸輥上；以及

自該至少一個定尺寸輥傳遞該材料至該玻璃帶之該至少

一個表面。

17. 如請求項 15 所述之製程，其中該沉積材料之步驟包含以下步驟：

提供安裝於該至少一個定尺寸輥上之一環形帶；

沉積材料至該環形帶上；以及

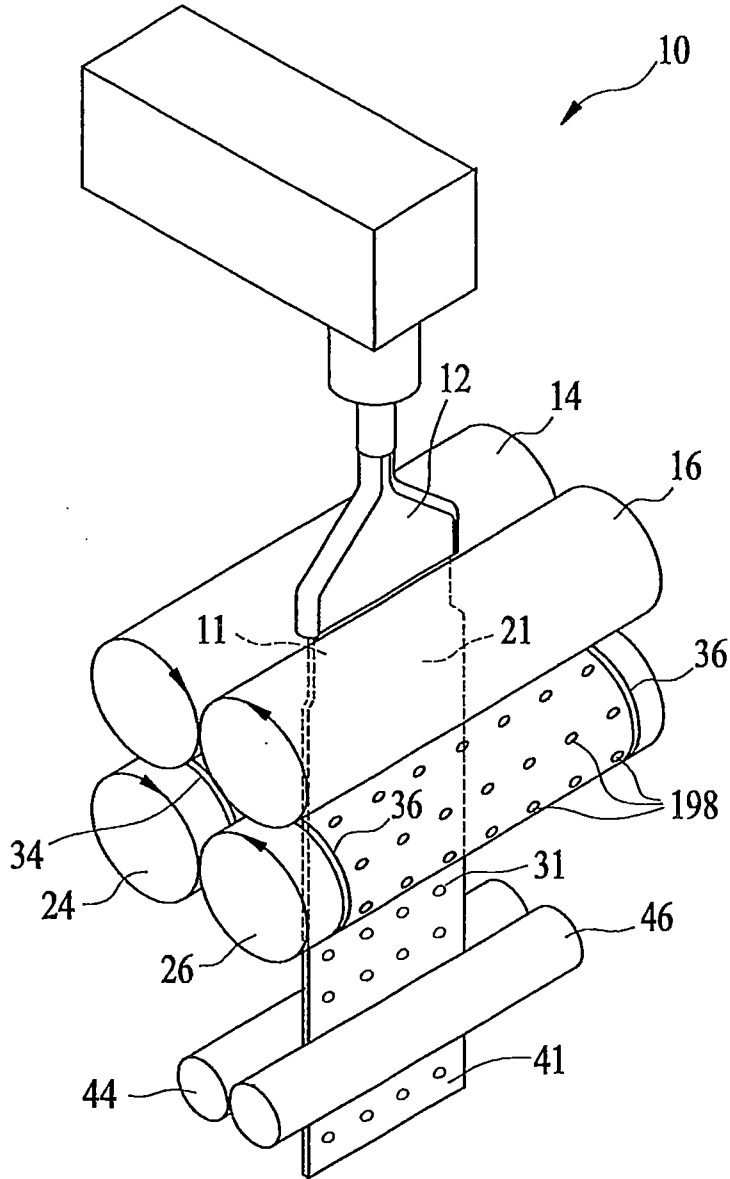
自該環形帶傳遞該材料至該玻璃帶之該至少一個表面，藉此於該玻璃帶之該至少一個表面上形成該期望紋理。

18. 如請求項 15 所述之製程，其中該沉積材料之步驟包含以下步驟：噴射該材料至該玻璃帶之該至少一個表面上。

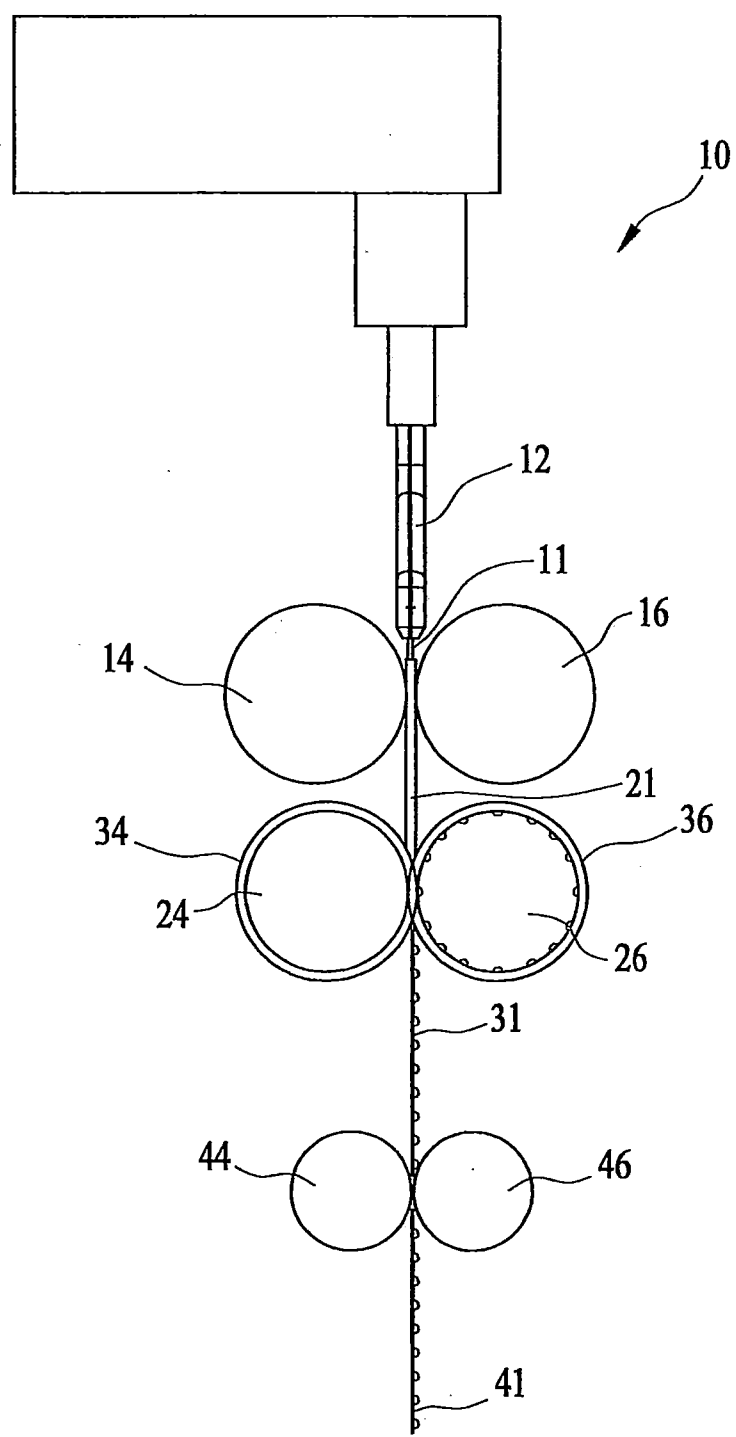
19. 如請求項 15 所述之製程，其中在介於該等成形輥與該等定尺寸輥之間的一位置處將該材料噴射至該玻璃帶上。

圖式

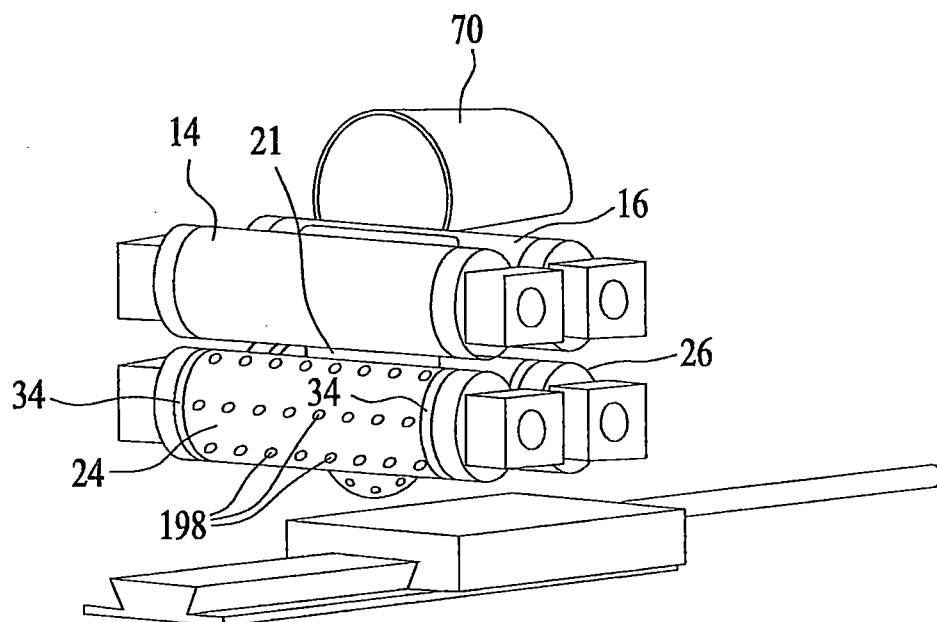
第1圖



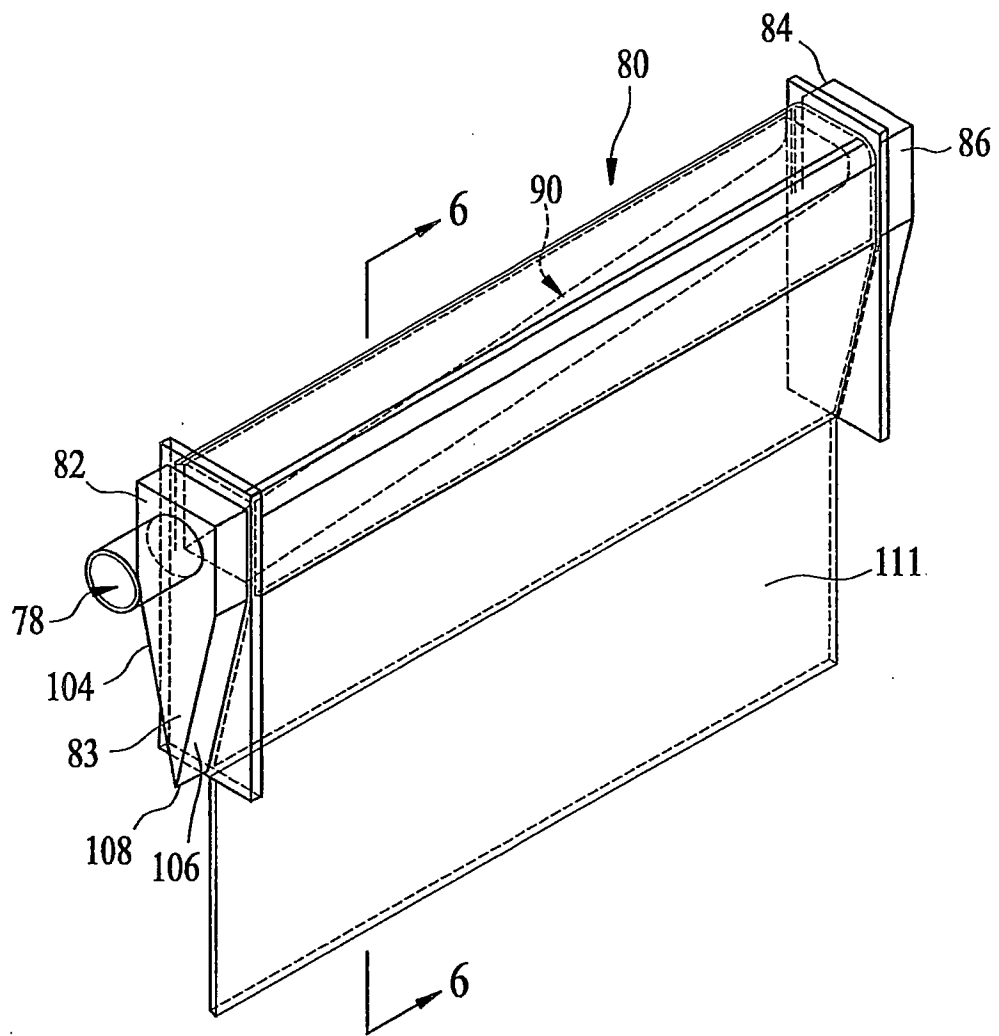
第2圖



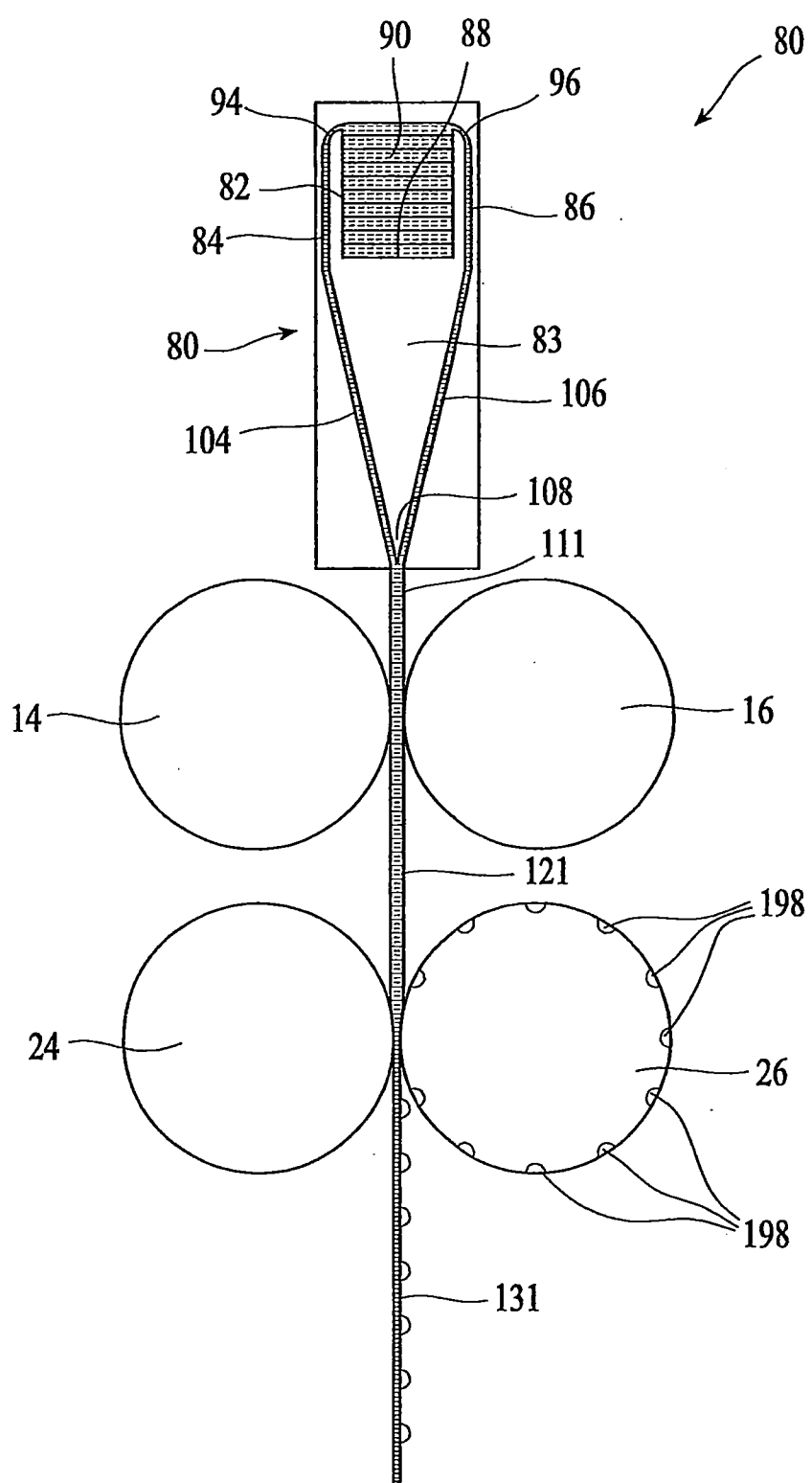
第3圖



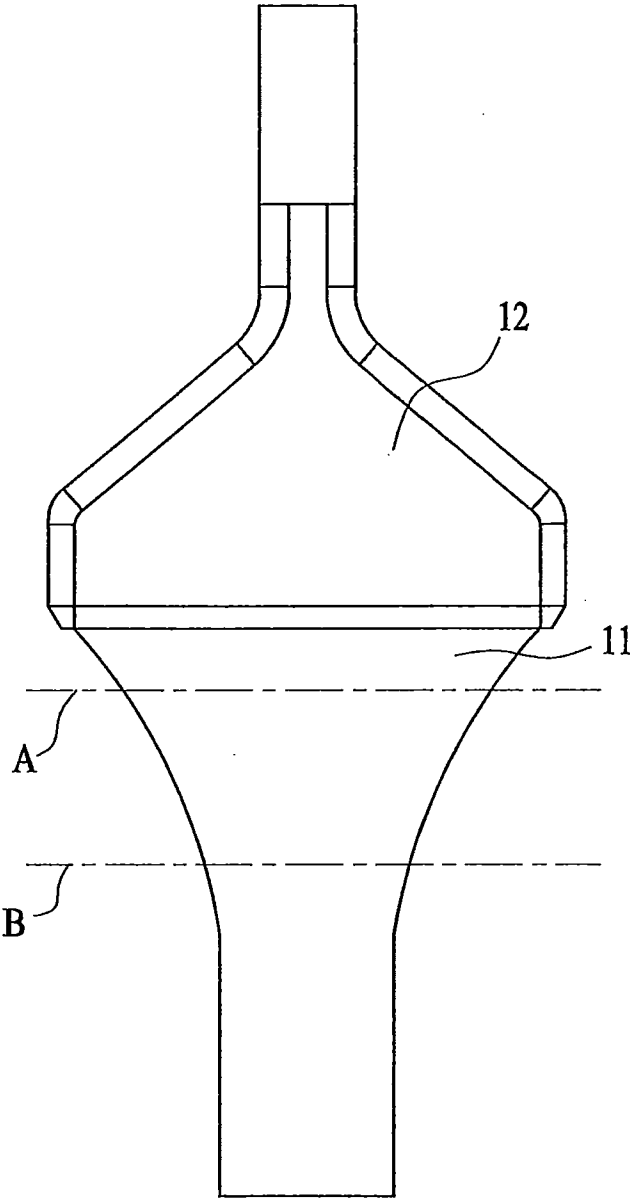
第4圖



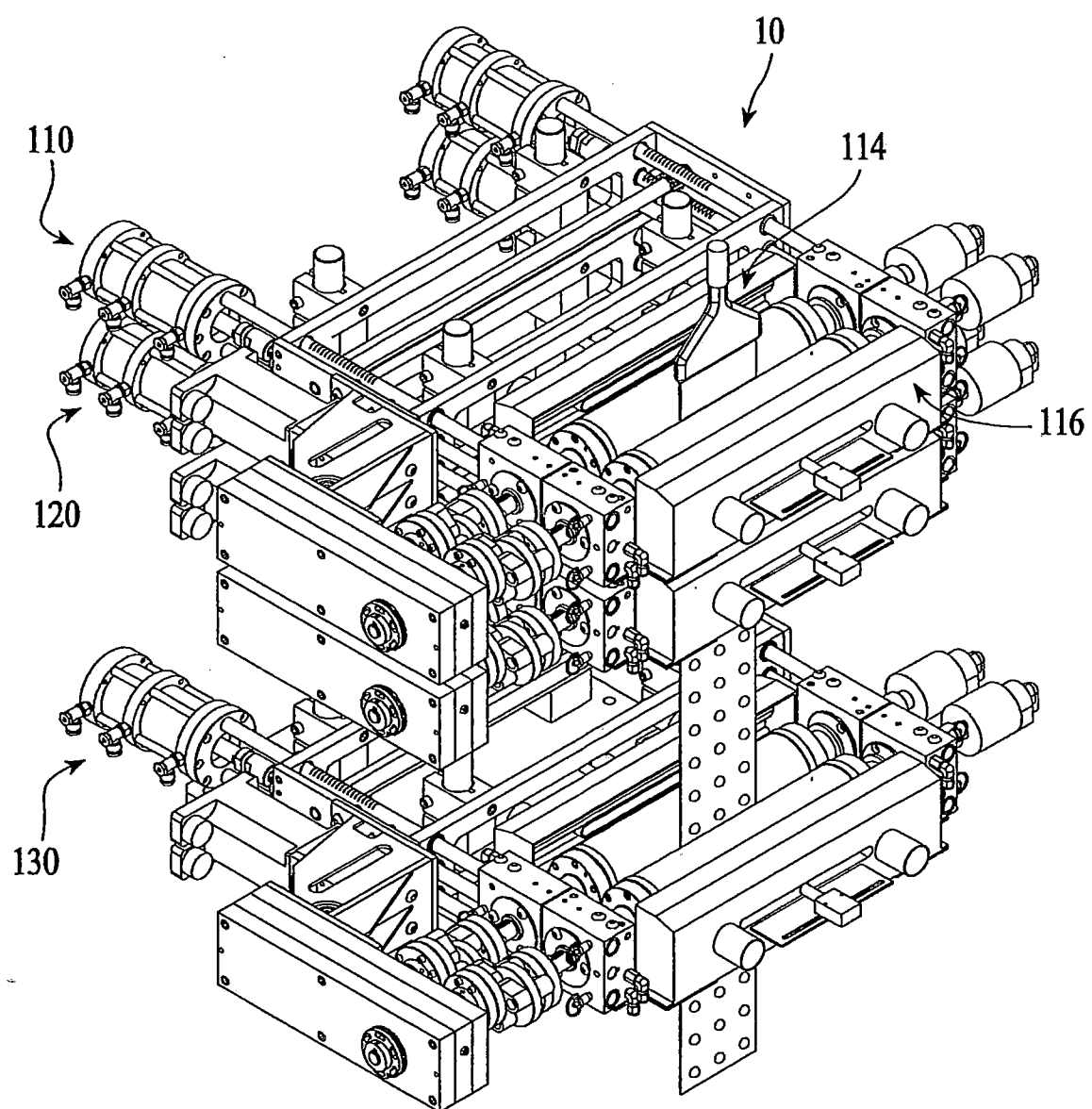
第5圖



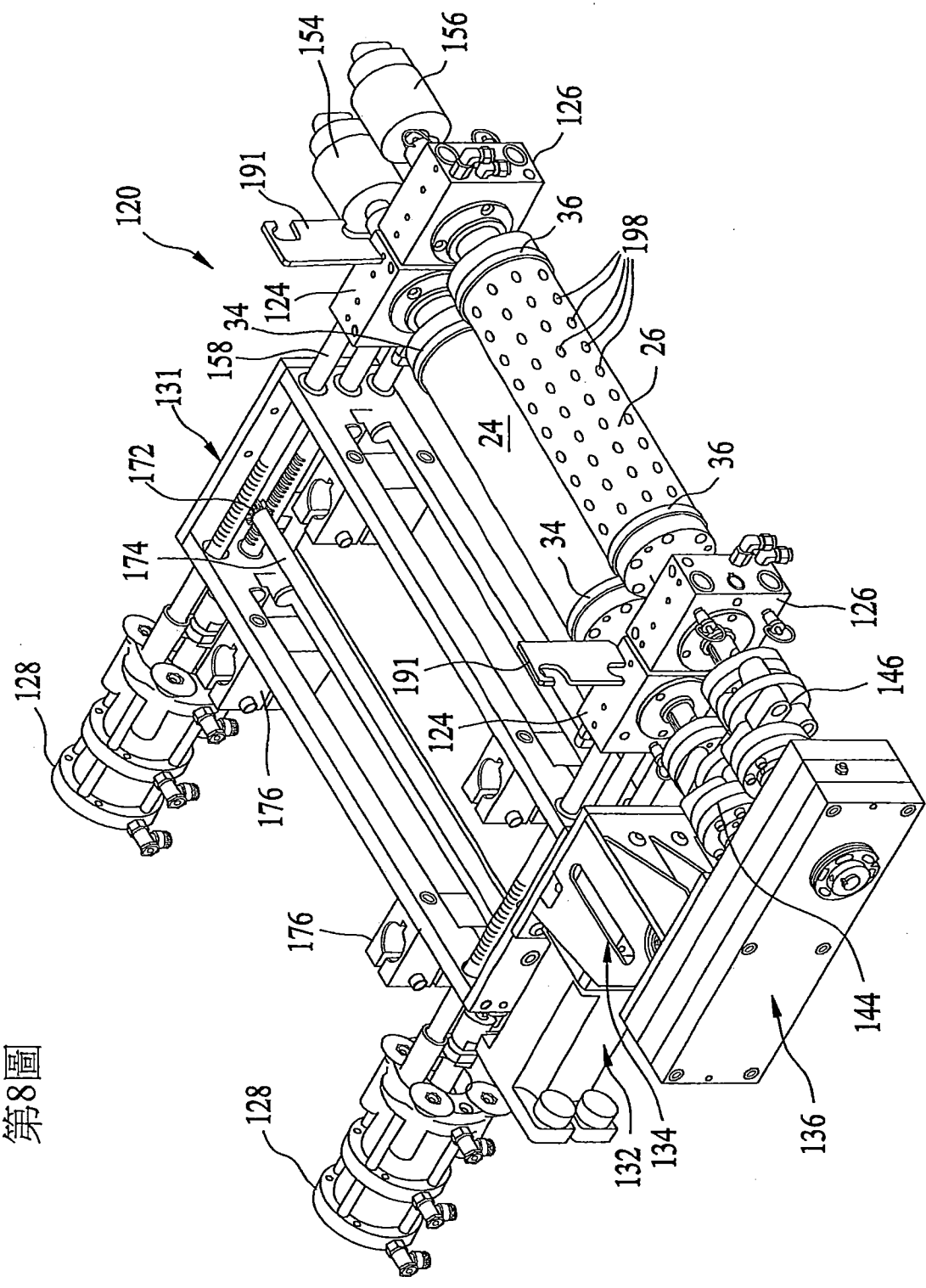
第6A圖



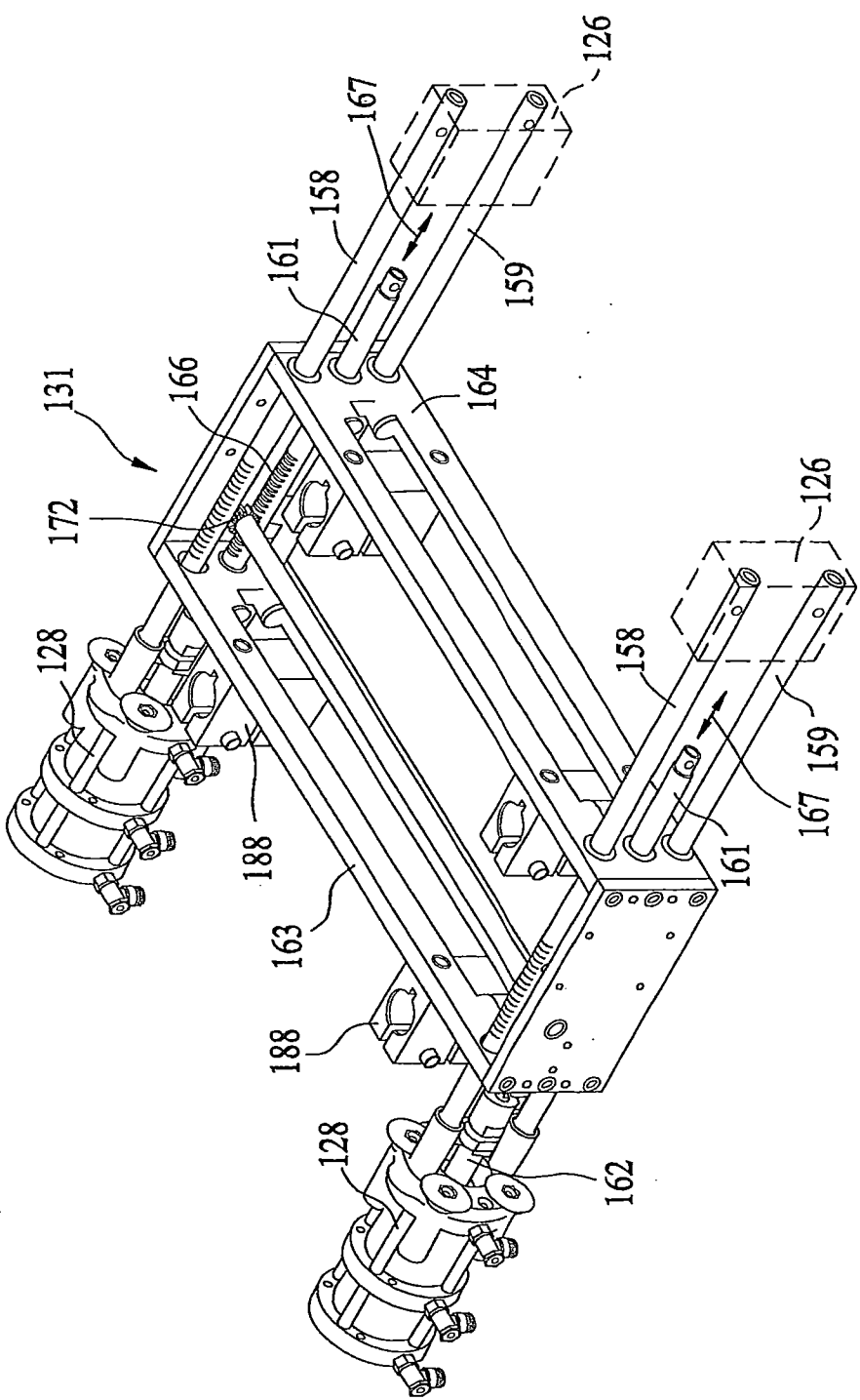
第7圖



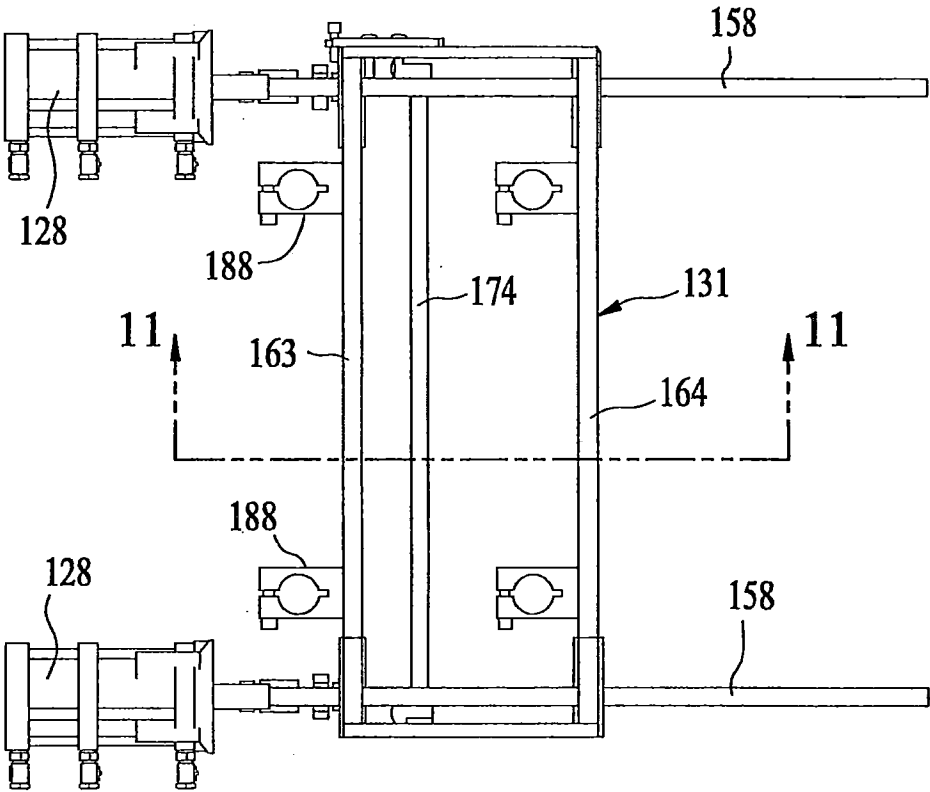
第8圖



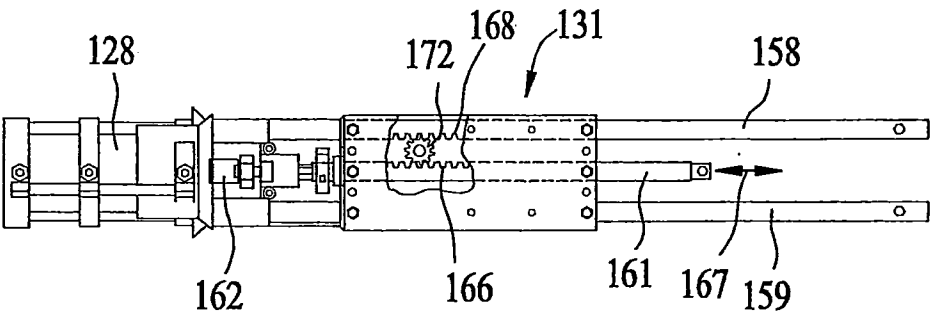
第9圖



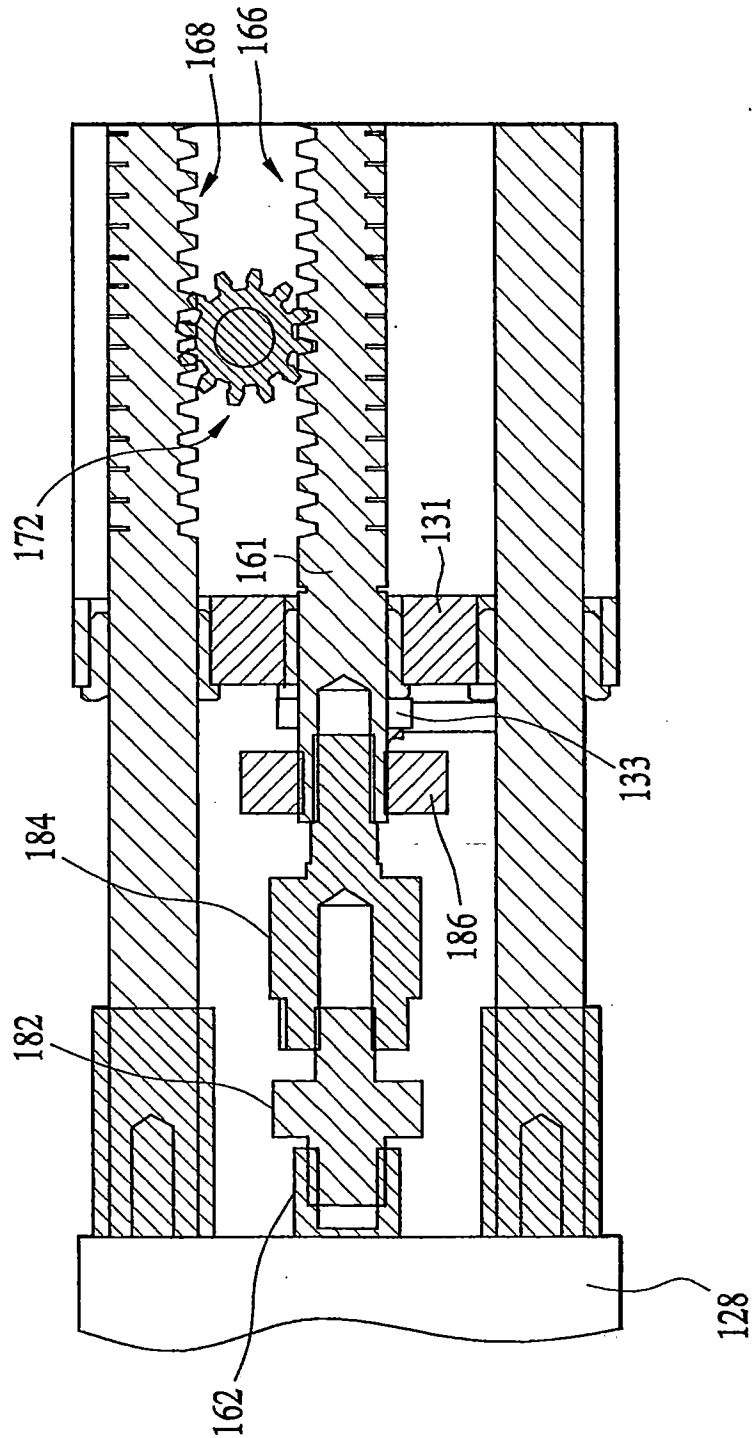
第10圖

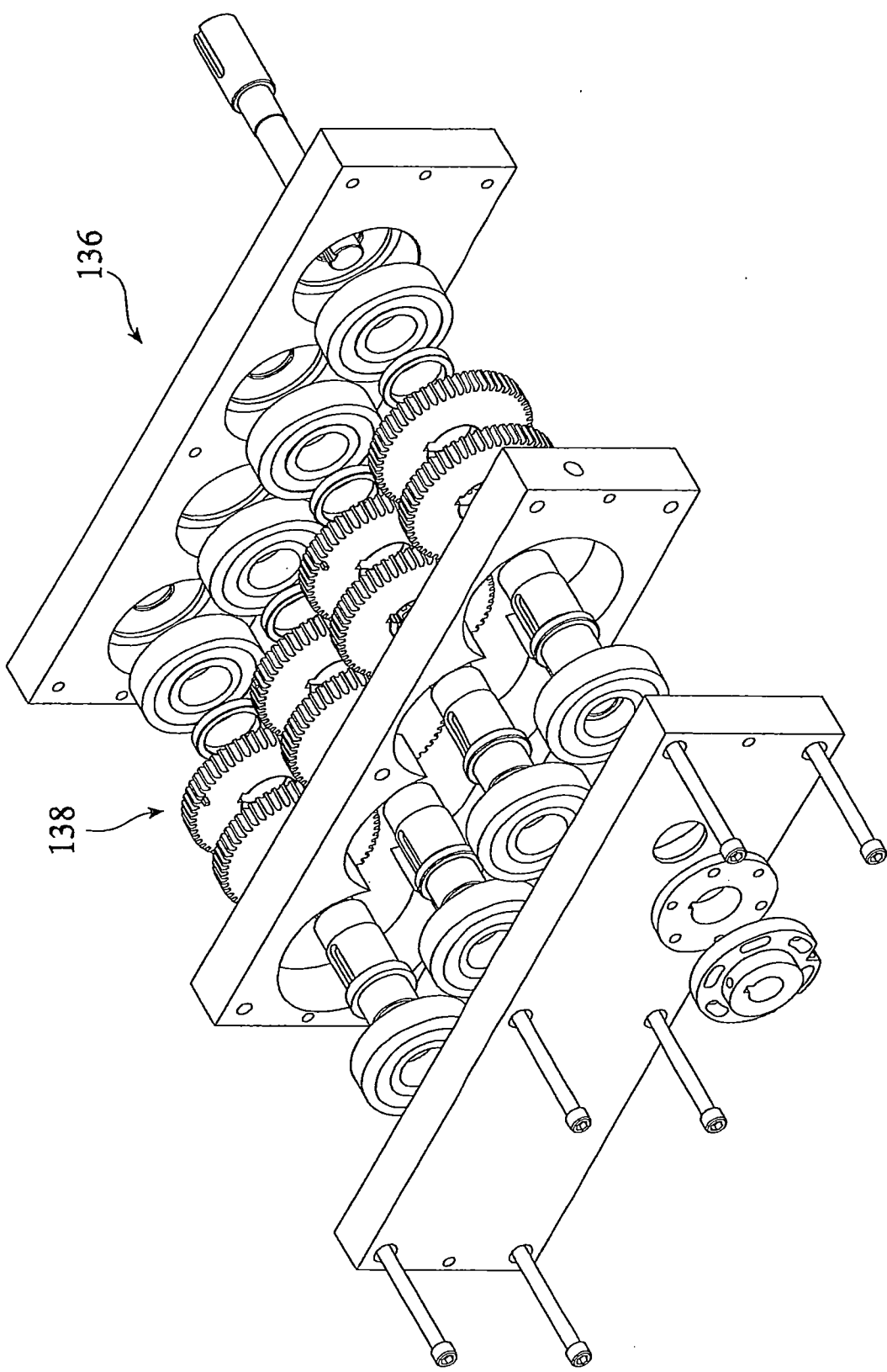


第11圖



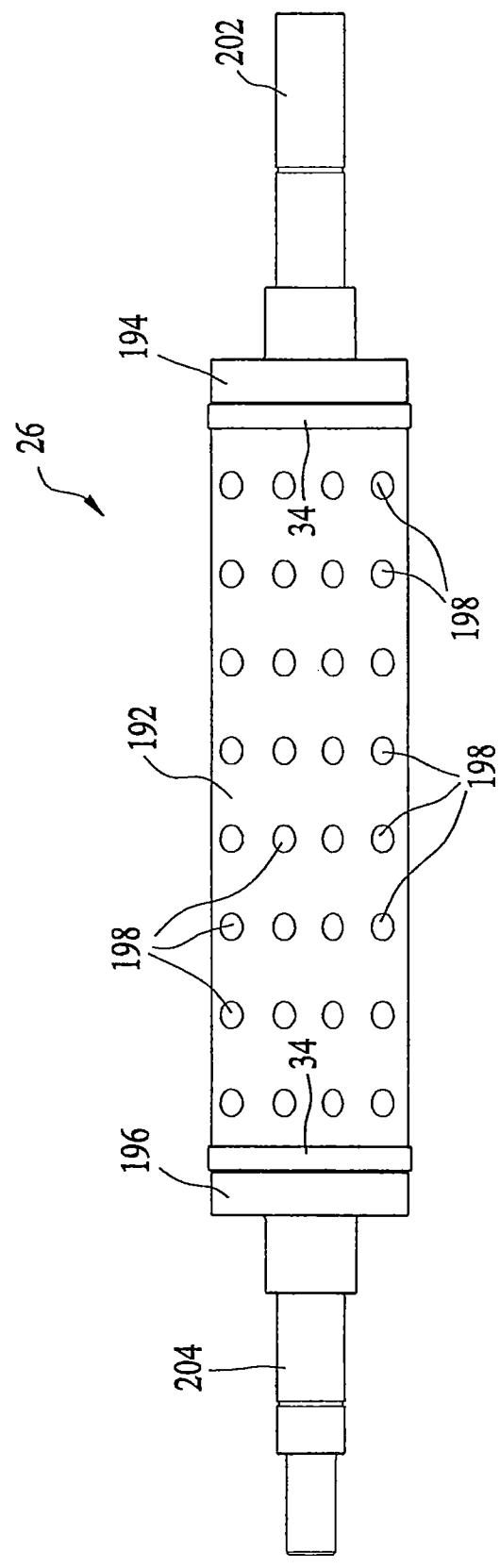
第12圖



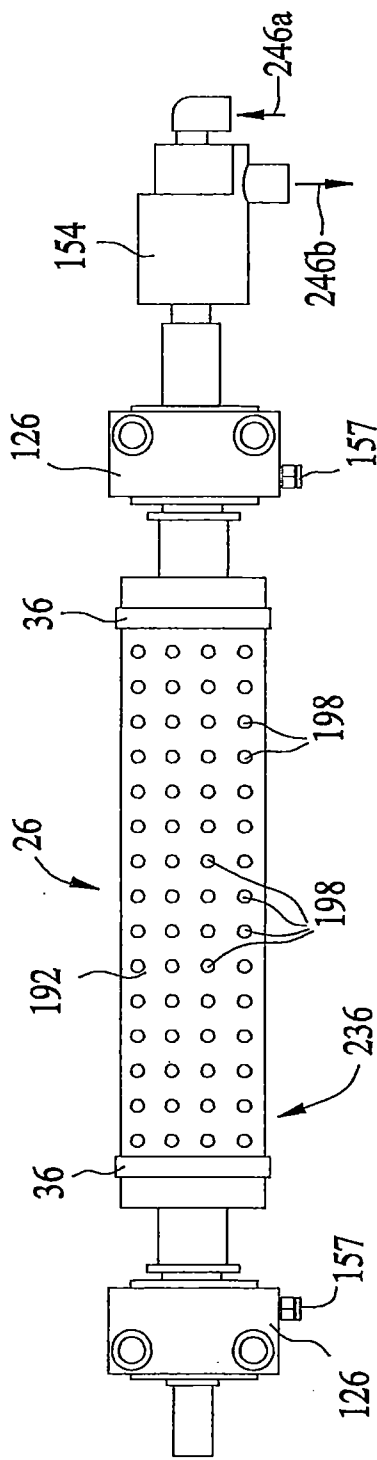


第13圖

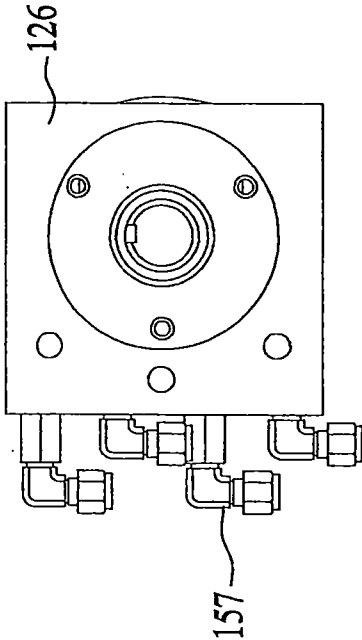
第14圖



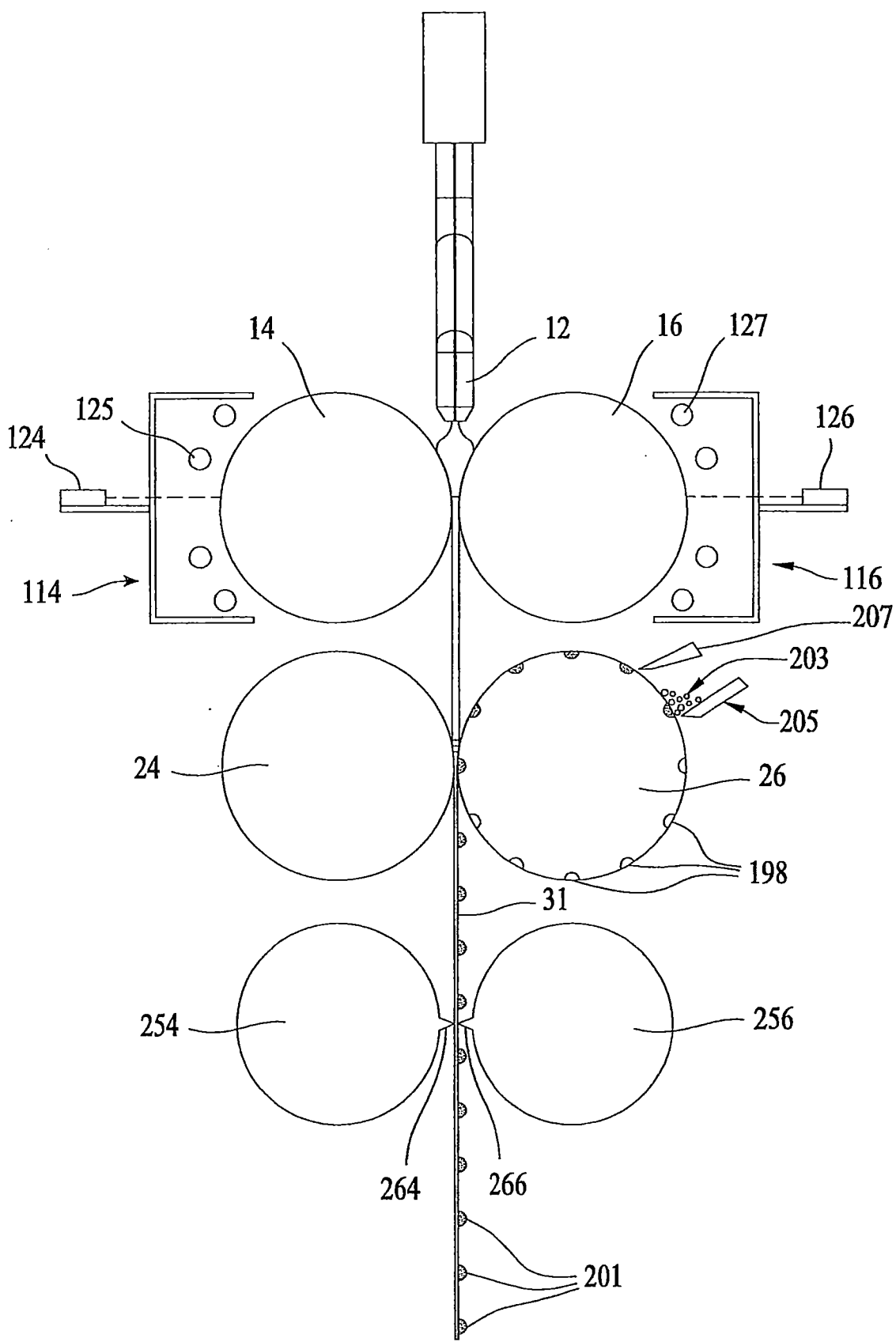
第16圖



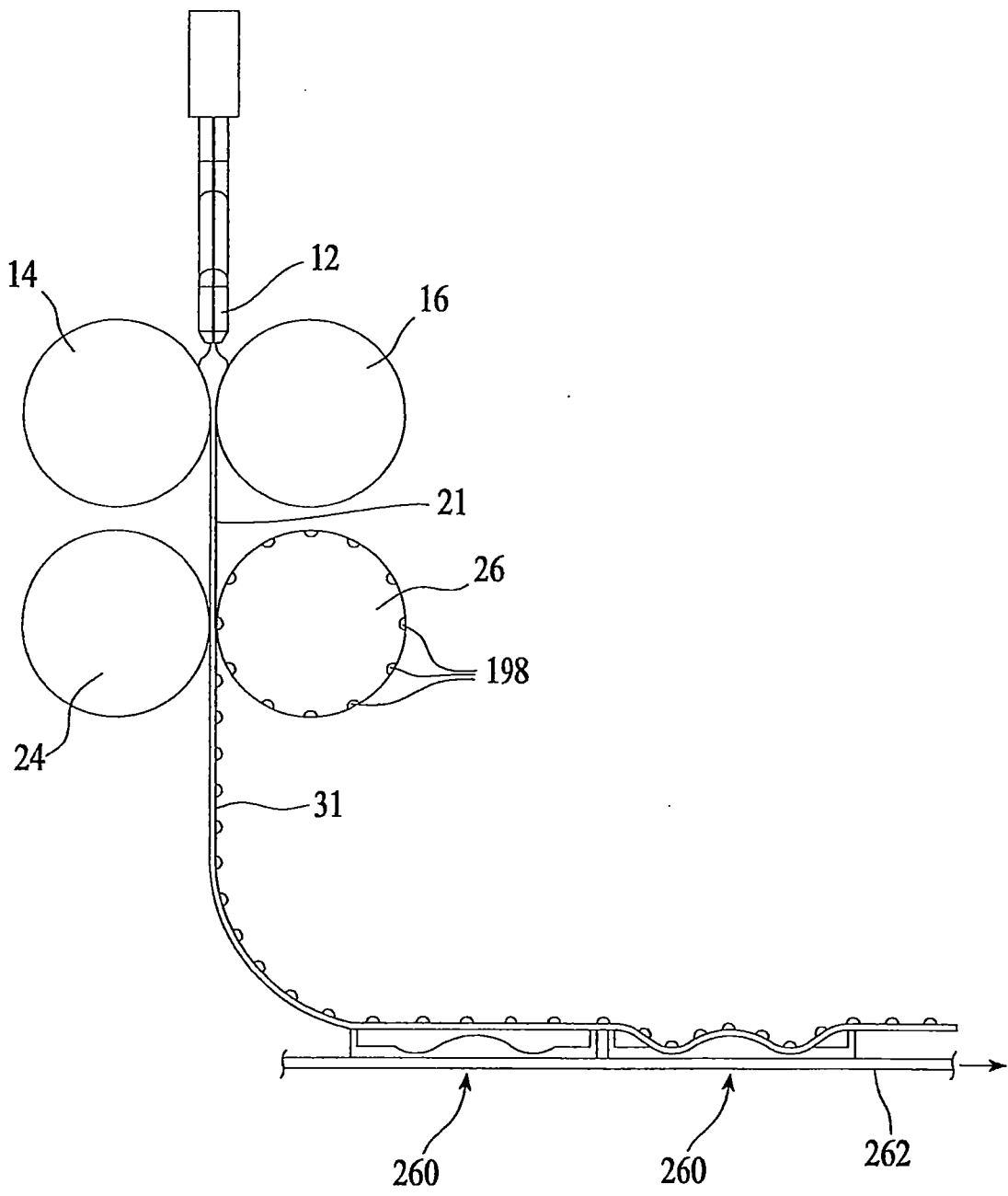
第17圖



第18圖



第19圖



第20圖

