



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201707968 A

(43)公開日：中華民國 106 (2017) 年 03 月 01 日

(21)申請案號：105107680

(22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 03 月 11 日

(51)Int. Cl.：

B32B17/00 (2006.01)**B32B3/10 (2006.01)****E06B3/663 (2006.01)**

(30)優先權：2015/03/12

美國

62/132,073

(71)申請人：3 M新設資產公司 (美國) 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (US)

美國

(72)發明人：薇格 馬丁 瑪格麗特 瑪莉 VOGEL-MARTIN, MARGARET MARY (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：25 項 圖式數：8 共 99 頁

(54)名稱

用於絕緣玻璃單元之真空鑲嵌玻璃支柱及來自其之絕緣玻璃單元

VACUUM GLAZING PILLARS FOR INSULATED GLASS UNITS AND INSULATED GLASS UNITS THEREFROM

(57)摘要

本揭露係關於可用於製造絕緣玻璃單元(尤其是真空鑲嵌玻璃絕緣玻璃單元)之支柱。本發明亦係關於含有該等支柱之絕緣玻璃單元。本揭露提供一種用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中該支柱包括一主體。該主體包括複數個第一結構、至少一介於該複數個第一結構之間的第一空隙區；及位於該複數個第一結構之間的第一平台表面區，以及至少一第一通道，該至少一第一通道具有第一及第二端部以及近接該主體之該第一表面的一第一通道開口。該第一通道經由其第一端部及第二端部中之至少一者而與局部環境流體連通，且該至少一第一空隙區與下列至少一者流體連通：在平行於該第一表面的一方向上與局部環境，及該至少一第一通道。該複數個第一結構之高度係小於該第一通道之深度。

The present disclosure relates to pillars useful in the fabrication of insulated glass units, particularly, vacuum glazing, insulated glass units. The invention also relates to insulated glass units containing said pillars. The present disclosure provides a pillar for use in a vacuum insulated glass unit wherein the pillar includes a body. The body includes a plurality of first structures, at least one first void region between the plurality of first structures; and a first land surface region located between the plurality of first structures and at least one first channel having first and second ends and a first channel opening proximate the first surface of the body. The first channel is in fluid communication with the local environment through at least one of its first and second ends, and the at least one first void region is in fluid communication with at least one of the local environment in a direction parallel to the first surface and the at least one first channel. The height of the plurality of first structures is less than the depth of the first channel.

指定代表圖：

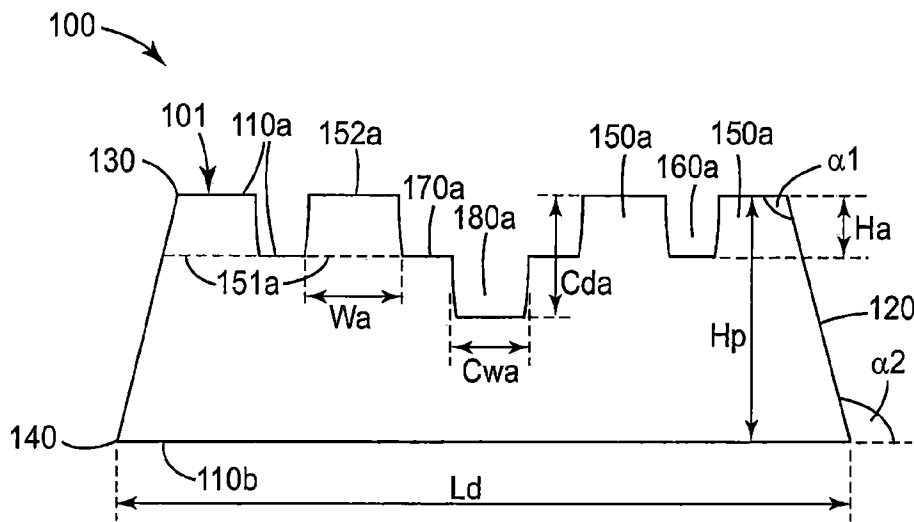


圖1B

- 符號簡單說明：
- Cda . . . 深度
 - Cwa . . . 寬度
 - Wa . . . 寬度
 - Hp . . . 支柱高度
 - Ha . . . 高度/第一結構高度
 - Ld . . . 尺寸
 - $\alpha 1$. . . 第一拔模角
 - $\alpha 2$. . . 第二拔模角
 - 100 . . . 支柱
 - 101 . . . 主體
 - 110a . . . 第一表面
 - 110b . . . 第二表面
 - 120 . . . 側壁
 - 130 . . . 第一周邊邊緣/周邊邊緣
 - 140 . . . 第二周邊邊緣
 - 150a . . . 第一結構
 - 151a . . . 第一結構基部
 - 152a . . . 第一結構面部
 - 160a . . . 第一空隙區
 - 170a . . . 第一平台表面區；平台區
 - 180a . . . 第一通道

發明摘要

※ 申請案號：105107680

※ 申請日：

※IPC 分類：

B32B17/00(2006.01)B32B3/10(2006.01)E06B3/663(2006.01)

105. 3. 11

【發明名稱】 用於絕緣玻璃單元之真空鑲嵌玻璃支柱及來自其之絕緣玻璃單元

VACUUM GLAZING PILLARS FOR INSULATED
GLASS UNITS AND INSULATED GLASS UNITS
THEREFROM

【中文】

本揭露係關於可用於製造絕緣玻璃單元（尤其是真空鑲嵌玻璃絕緣玻璃單元）之支柱。本發明亦係關於含有該等支柱之絕緣玻璃單元。本揭露提供一種用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中該支柱包括一主體。該主體包括複數個第一結構、至少一介於該複數個第一結構之間的第一空隙區；及位於該複數個第一結構之間的一第一平台表面區，以及至少一第一通道，該至少一第一通道具有第一及第二端部以及近接該主體之該第一表面的一第一通道開口。該第一通道經由其第一端部及第二端部中之至少一者而與局部環境流體連通，且該至少一第一空隙區與下列至少一者流體連通：在平行於該第一表面的一方向上與局部環境，及該至少一第一通道。該複數個第一結構之高度係小於該第一通道之深度。

【英文】

The present disclosure relates to pillars useful in the fabrication of insulated glass units, particularly, vacuum glazing, insulated glass units. The invention also relates to insulated glass units containing said pillars. The present disclosure provides a pillar for use in a vacuum insulated glass unit wherein the pillar includes a body. The body includes a plurality of first structures, at least one first void region between the plurality of first structures; and a first land surface region located between the plurality of first structures and at least one first channel having first and second ends and a first channel opening proximate the first surface of the body. The first channel is in fluid communication with the local environment through at least one of its first and second ends, and the at least one first void region is in fluid communication with at least one of the local environment in a direction parallel to the first surface and the at least one first channel. The height of the plurality of first structures is less than the depth of the first channel.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：

第 1B 圖

【本代表圖之符號簡單說明】：

Cda...深度

Cwa...寬度

Wa...寬度

Hp...支柱高度

Ha...高度/第一結構高度

Ld...尺寸

$\alpha 1$...第一拔模角

$\alpha 2$...第二拔模角

100...支柱

101...主體

110a...第一表面

110b...第二表面

120...側壁

130...第一周邊邊緣/周邊邊緣

140...第二周邊邊緣

150a...第一結構

151a...第一結構基部

152a...第一結構面部

160a...第一空隙區

170a...第一平台表面區；平台區

180a...第一通道

【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】 用於絕緣玻璃單元之真空鑲嵌玻璃支柱及來自其之絕緣玻璃單元

VACUUM GLAZING PILLARS FOR INSULATED
GLASS UNITS AND INSULATED GLASS UNITS
THEREFROM

【技術領域】

【0001】 本揭露係關於可用於絕緣玻璃單元(IGU)中，尤其是真空鑲嵌玻璃(glazing)絕緣玻璃單元之支柱及含有該等支柱之絕緣玻璃單元。

【先前技術】

【0002】 可用於絕緣玻璃單元中之支柱已描述於例如美國專利第 6,479,112 號及美國專利公開案第 2010/0260950 中。

【發明內容】

【0003】 單窗格玻璃窗一般係不良的熱絕緣體，並且其在建築物中的使用導致結構之顯著的熱損失且造成較高的建築物維護費用（歸因於較高的加熱/冷卻費用）及較高的初期製造費用（因為為了補償能量損失，特定用於建築物之加熱/冷卻設備必須較大）兩者。包括主表面實質上彼此平行之兩個玻璃窗格及介於兩個玻璃窗格之間的「空間」或「間隙」之雙窗格窗係一種改良，因為其在介於窗戶窗格之間的空間中提供熱絕緣氣體（例如空氣、氬氣或類似者）層。若介於雙窗格窗之間的空間不含氣體，亦即密封該空間且施加真空，移除介於

窗戶窗格之間的氣體，則可達成窗戶之絕緣能力的進一步改良。此類型之窗戶常常稱為真空絕緣玻璃單元。但是，在這些窗戶構造中，尤其在可見於例如商用建築物中的較大窗戶中，介於窗戶內部與窗戶外部的壓力差可致使玻璃窗格向內彎曲。彎曲係非所欲的，因為其向一般脆性材料（例如玻璃）增加非所欲的應力，並且在極端情況下，窗戶窗格可彼此接觸，從而減小抽空間隙之熱絕緣效果。為了解決此問題，製造商在雙窗格窗之玻璃板之間安置一小結構（常常稱為支柱）陣列，以防止該等面板在施加真空時彎曲。具有此支柱陣列之窗戶被稱為真空絕緣鑲嵌玻璃單元。包括真空鑲嵌玻璃之窗結構利用增加支撐窗戶窗格之支柱陣列來減小玻璃板之彎曲且防止玻璃面板向內彎曲。

【0004】 真空鑲嵌玻璃提供關於熱絕緣之改良，並且玻璃窗格之彎曲藉由增加支柱陣列而得到抑制。但是，支柱引起另一問題。支柱之導熱率高於介於窗格之間的抽空空間之導熱率，因而各支柱在兩個窗戶窗格之間產生減小窗戶之熱絕緣能力之熱傳遞路徑。因此，一般合乎需要的是保持小的與玻璃窗格接觸的總支柱表面面積，以減小與支柱相關的熱傳遞增加。另外，出於美觀原因，將支柱之總表面面積及個別支柱自身最小化，以使穿過窗戶之光傳播的中斷最小化並使觀察者透過窗戶之觀察的中斷最小化。因為總支柱陣列之表面面積一般很小，所以自玻璃窗格傳遞至支柱之壓縮應力可能很高，而支柱在所施加之負荷下可能斷裂、破裂及/或變形。因此，支柱必須具有適當高的壓縮強度，以便在所施加之負荷下不損壞。相反地，玻璃窗格經歷

之壓縮應力可在支柱邊緣處加劇，因為邊緣，尤其是尖銳的邊緣，例如介於支柱接觸玻璃之面與對應支柱側壁之間的角度約 90 度可造成應力集中在支柱邊緣處的玻璃中。許多現下的支柱設計，目前採用尖銳的支柱邊緣，而可能易於造成玻璃由於支柱邊緣所產生之應力集中而斷裂。

【0005】 總的來說，當減小支柱大小及/或支柱陣列總表面面積以減小熱傳遞時，個別支柱上之壓縮應力增大並且支柱更加傾向在高負荷下損壞。因此，存在有對於可耐受壓縮負荷、具有經改良熱傳遞特徵（例如較低導熱率）之支柱的需要。本揭露提供新的可降低穿過支柱之導熱率的支柱設計，其藉由減小支柱相對於玻璃表面之接觸面積及/或改良支柱之負荷承受能力及/或減小玻璃窗格中的應力集中（產生於支柱邊緣處）。此外，若支柱設計包括交錯的結構，則該設計允許在整個支柱結構中與局部環境進行流體連通，防止在支柱自身內捕集非所欲的氣體。

【0006】 本揭露係關於可用於製造絕緣玻璃單元（尤其是真空鑲嵌玻璃絕緣玻璃單元）之支柱。本發明亦係關於含有該等支柱之絕緣玻璃單元。

【0007】 在一實施例中，本揭露提供一種用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其包含：

一主體，其包含：

一第一表面及一相對第二表面；其中該第一表面包含：

複數個第一結構，各第一結構具有一第一結構基部及與該基部相對之一第一結構面部；

至少一第一空隙區，其介於該複數個第一結構之間；以及

一第一平台表面區，其位於該複數個第一結構之間，該第一平台表面區與該等第一結構基部互連；

至少一側壁；

一第一周邊邊緣，其鄰接該第一表面及該至少一側壁，及一第二周邊，其鄰接該第二表面及該至少一側壁；

至少一第一通道，其具有第一端部及第二端部以及近接該第一表面之一第一通道開口；

其中該第一通道經由其第一端部及第二端部中之至少一者而與局部環境流體連通；

其中該至少一第一空隙區與下列至少一者流體連通：在平行於該第一表面的一方向上與局部環境，及該至少一第一通道；

其中該複數個第一結構之高度係小於該第一通道之深度；以及

其中平行於該第一表面之該主體最大尺寸係介於約 10 微米與約 1000 微米之間。

【0008】 在一些實施例中，該第二表面包含：

複數個第二結構及至少一第二通道中之至少一者，該至少一第二通道具有第一端部及第二端部以及近接該第二表面之一第二通道開口，其中各第二結構具有一第二結構基部及與該基部相對之一第二結

構面部、至少一介於該複數個第二結構之間的第二空隙區、位於該複數個第二結構之間的一第二平台表面區，該第二平台表面區與該等第二結構基部互連；

其中該第二通道經由其第一端部及第二端部中之至少一者而與局部環境流體連通；

其中該至少一第二空隙區與下列至少一者流體連通：在平行於該第一表面的一方向上與局部環境，及該至少一第二通道；以及

其中該複數個第二結構之高度係小於該通道之深度。

【0009】 在一些實施例中，該第一周邊邊緣及/或該第二周邊邊緣之至少一部分係一圓化周邊邊緣及倒角周邊邊緣中之至少一者。

【0010】 在一些實施例中，該主體包含一連續無機材料。

【0011】 在又另一實施例中，本揭露提供一種具有支柱之真空絕緣玻璃單元，其包含：

一第一玻璃窗格；

一第二玻璃窗格，其與該第一玻璃窗格相對且實質上共同延伸；

一邊緣密封件，其介於該第一玻璃窗格與該第二玻璃窗格之間，在該第一玻璃窗格與該第二玻璃窗格之間具有一實質上真空間隙；以及

複數個根據本揭露之支柱實施例中之任一者的支柱，該複數個支柱設置於該等第一玻璃窗格與第二玻璃窗格之間。

【圖式簡單說明】

【0012】

圖 1A 係根據本揭露之一個例示性實施例之一例示性支柱的示意俯視圖。

圖 1B 係圖 1A 根據本揭露之一個例示性實施例之例示性支柱沿線 YY' 的示意截面側視圖。

圖 2A 係根據本揭露之一個例示性實施例之一例示性支柱的示意俯視圖。

圖 2B 係圖 2A 根據本揭露之一個例示性實施例之例示性支柱沿線 YY' 的示意截面側視圖。

圖 3A 係根據本揭露之一個例示性實施例之一例示性支柱的示意俯視圖。

圖 3B 係圖 3A 根據本揭露之一個例示性實施例之例示性支柱沿線 YY' 的示意截面側視圖。

圖 3C 係圖 3A 根據本揭露之一個例示性實施例之例示性支柱之一替代實施例的示意俯視圖。

圖 3D 係圖 3C 根據本揭露之一個例示性實施例之例示性支柱沿線 YY' 的示意截面側視圖。

圖 3E 係圖 3A 及圖 3B 根據本揭露之一個例示性實施例之例示性支柱之一替代實施例沿線 YY' 的示意截面側視圖。

圖 3F 係圖 3A 及圖 3B 根據本揭露之一個例示性實施例之例示性支柱之一替代實施例沿線 YY' 的示意截面側視圖。

圖 3G 係圖 3A 及圖 3B 根據本揭露之一個例示性實施例之例示性支柱之一替代實施例沿線 YY' 的示意截面側視圖。

圖 3H 係圖 3A 及圖 3B 根據本揭露之一個例示性實施例按比例放大尺寸之例示性支柱之一部分之一替代實施例沿線 YY' 的示意截面側視圖。

圖 4A 係一真空絕緣玻璃單元之分解透視圖。

圖 4B 係一真空絕緣玻璃單元之一部分的側視剖面圖。

圖 5 係本揭露之一個例示性實施例之一例示性支柱的 SEM 影像。

圖 6 係本揭露之一個例示性實施例之一例示性支柱的 SEM 影像。

圖 7A 係本揭露之一個例示性實施例之一例示性支柱的 SEM 影像。

圖 7B 係圖 7A 根據本揭露之一個例示性實施例在較高放大率下所顯示之例示性支柱的 SEM 影像。

圖 8A 係根據本揭露之一個例示性實施例之一例示性支柱的 SEM 影像，其顯示出支柱之第一表面。

圖 8B 係圖 8A 根據本發明之一個例示性實施例之例示性支柱的 SEM 影像，其顯示出支柱之第二表面。

【0013】 重複使用說明書及圖式中之參考元件符號，目的是要呈現本揭露相同或類同之特徵或元件。圖式未必按照比例繪製。如本文中所使用，「介於...之間(between)」一詞除非另外指定，否則當應用在數值範圍時，包括範圍的端點。由端點表述的數值範圍包括在該範圍內的所有數字（例如，1 至 5 包括 1、1.5、2、2.75、3、3.80、4、及 5）以及該範圍內的任何範圍。除非另有所指，本說明書及申請專利範圍中用以表示特徵之尺寸、數量、以及物理特性的所有數字，皆

應理解為在所有情況下以「約(about)」一詞修飾之。因此，除非另有相反指示，否則在前述說明書以及隨附申請專利範圍中所提出的數值參數係近似值，其可依據所屬技術領域中具有通常知識者運用本文所揭示之教示所欲獲得的所欲特性而有所不同。

【0014】 應理解的是，所屬技術領域中具有通常知識者可擬出許多其他修改及實施例，其等仍屬於本揭露原理之範疇及精神。除非另有指明，本文中所用所有科學以及技術詞彙具本發明所屬技術領域中所通用的意義。本文所提出的定義是要增進對於本文常用之某些詞彙的理解，並不是要限制本揭露的範疇。本說明書與隨附申請專利範圍中所使用的單數形式「一(a, an)」與「該(the)」均包括複數指涉物(referents)，除非上下文中明顯地指示其他情形。本說明書及隨附申請專利範圍中所使用的術語「或(or)」之本義用法一般包括「及/或(and/or)」，除非上下文中明顯地指示其他情形。

【0015】 在此揭露全文中，片語「接觸面積(contact area)」係關於經設計成與另一基材（例如絕緣玻璃單元(IGU)或真空絕緣玻璃單元(VIGU)之玻璃面板）之表面接觸的一或多個支柱之表面面積。

【0016】 除非另外說明，否則在此揭露全文中，用語「絕緣(insulate/insulating/insulation/insulated)」及其類似者係指熱絕緣特徵。

【0017】 在此揭露全文中，用語「圓化(rounded)」意謂形狀係圓之一部分或橢圓之一部分中之至少一者的光滑連續曲線。

【實施方式】

【0018】 本揭露係關於可用於製造絕緣玻璃單元（尤其是真空絕緣玻璃單元）之支柱。本揭露之支柱具有減小之接觸面積，其可藉由在支柱之接觸面積內包括結構或通道來達成。接觸面積亦可藉由減小沿支柱之周邊邊緣（亦即圓周）之接觸面積來減小。此可導致含有支柱之 VIGU 之穿過支柱的導熱率減小且整體絕緣特徵更佳。修改支柱之周邊邊緣亦可具有增加的益處：減小支柱周邊邊緣之應力集中、使支柱能夠具有經改良機械性質及經改良導熱率（較低導熱率）兩者。本揭露之支柱包括一主體。該主體包括一第一表面及一相對第二表面、至少一側壁、鄰接該第一表面及該至少一側壁之一第一周邊邊緣、及鄰接該第二表面及該至少一側壁之一第二周邊邊緣。該第一表面包含複數個第一結構；各第一結構具有一第一結構基部及與該基部相對之一第一結構面部、至少一介於該複數個第一結構之間的第一空隙區、及位於該複數個第一結構之間的第一平台表面區。第一平台表面區與該等第一結構基部互連。支柱主體可包括至少一第一通道，該至少一第一通道具有第一端部及第二端部以及近接該第一表面之一第一通道開口，其中該至少一第一通道經由其第一端部及第二端部中之至少一者而與局部環境流體連通。該複數個第一結構之高度係小於該第一通道之深度。該等第一表面及第二表面包括支柱主體之該等接觸表面。主體可包含一連續無機材料或一聚合物複合物中之至少一者，連續無機材料係尤其可用的。定義第一拔模角(draft angle)，其係關於主體之至少一側壁及第一表面之間的夾角。在一些實施例中，第一拔模角可介於約 90 度與 135 度之間。在一些實施例中，平行於第一

表面之主體最大尺寸可介於約 10 微米與約 2000 微米之間。圖 1A 及圖 1B、圖 2A 及圖 2B、圖 3A 至圖 3H、圖 5、圖 6、圖 7A 及圖 7B、以及圖 8A 及圖 8B 顯示數個特定但非限制性實施例。

【0019】 現參考圖 1A，即例示性支柱之示意截面俯視圖，支柱 100 包括主體 101，主體 101 具有一第一表面 110a 及一相對第二表面 110b（參見圖 1B）、至少一側壁 120、及鄰接第一表面 110a 及至少一側壁 120 之一第一周邊邊緣 130。第一表面 110a 包括複數個第一結構 150a、在該複數個第一結構之間的至少一第一空隙區 160a 及第一平台表面區 170a。主體 101 進一步包括第一通道 180a，其具有第一端部及第二端部（分別是 181a 及 182a）及長度 Cla。該第一通道經由其第一端部及第二端部（分別是 181a 及 182a）中之至少一者而與局部環境流體連通。圖 1B 係圖 1A 之例示性支柱之沿線 YY' 的示意性截面側視圖，其顯示包括具有側壁 120、周邊邊緣 130、第一表面 110a 及第二表面 110b 之主體 101 的支柱 100。亦顯示鄰接第二表面 110b 及至少一側壁 120 的第二周邊邊緣 140。主體 101 進一步包括第一通道 180a，其具有深度 Cda 及寬度 Cwa。通道之寬度（例如 Cwa）在通道最寬點處量測。主體 101 亦包括複數個第一結構 150a，各第一結構包括一第一結構基部 151a（由虛線顯示）及一第一結構面部 152a（與基部相對）。第一平台表面區 170a 與第一結構基部 151a 互連。第一結構面部（例如 152a）可稱為遠端。各第一結構 150a 具有寬度 Wa、長度 La（參見圖 1A）及高度 Ha。寬度 Wa 可在第一結構面部 152a 處量測。至少一第一空隙區 160a 在平行於該第一表面 110a（亦即平行於

該第一結構面部 152a 及/或第一平台表面區 170a) 的方向上與局部環境流體連通。至少一第一空隙區 160a 之深度 D_v (未顯示) 等於該複數個第一結構之平均高度。第一拔模角 α_1 定義為介於第一表面 110a (例如平行於第一結構面部 152a 的線) 與至少一側壁 120 之間的角。第二拔模角 α_2 定義為第二表面 110b (如自第二表面 110b 延伸之水平虛線所描繪) 與至少一側壁 120 之間的角。第一拔模角及第二拔模角可為全等角(congruent angle)。尺寸 L_d 定義為平行於第一表面之主體最大尺寸。第一表面至第二表面之最大距離係支柱高度 H_p 。

【0020】 現參考圖 2A，即例示性支柱之示意性截面俯視圖，支柱 200 包括主體 201，主體 201 具有一第一表面 210a 及一相對第二表面 210b (參考圖 2B)、至少一側壁 220、及鄰接第一表面 210a 及至少一側壁 220 之一第一周邊邊緣 230。第一表面 210a 包括複數個第一結構 250a、在該複數個第一結構之間的至少一第一空隙區 260a 及第一平台表面區 270a。主體 201 進一步包括第一通道 280a，其具有第一端部及第二端部 (分別是 281a 及 282a) 及長度 C_{1a} 。該第一通道經由其第一端部及第二端部 (分別是 281a 及 282a) 中之至少一者而與局部環境流體連通。圖 2B 係圖 2A 之例示性支柱之沿線 YY' 的示意性截面側視圖，其顯示包括具有側壁 220、周邊邊緣 230、第一表面 210a 及第二表面 210b 之主體 201 的支柱 200。亦顯示鄰接第二表面 210b 及至少一側壁 220 的第二周邊邊緣 240。主體 201 進一步包括第一通道 280a，其具有深度 C_{da} 及寬度 C_{wa} 。通道之寬度 (例如 C_{wa}) 在通道最寬點處量測。主體 201 亦包括複數個第一結構 250a，各第一結

構包括一第一結構基部 251a (由虛線顯示) 及一第一結構面部 252a (與基部相對)。第一平台表面區 270a 與該等第一結構基部 251a 互連。第一結構面部 (例如 252a) 可稱為遠端。各第一結構 250a 具有寬度 W_a 、長度 L_a (參見圖 2A) 及高度 H_a 。寬度 W_a 可在第一結構面部 252a 處量測。至少一第一空隙區 260a 在平行於該第一表面 210a (亦即平行於該第一結構面部 252a 及/或第一平台表面區 270a) 的方向上與局部環境流體連通。至少一第一空隙區 260a 之深度 D_v (未顯示) 等於該複數個第一結構之平均高度。 L_d 、 H_p 、 α_1 及 α_2 如先前圖 1A 中所述。圖 2A 之支柱就通道的置放而言不同於圖 1A 之支柱。在圖 1A 中，通道位於第一表面 110a 之平台區 170a 中，且通道壁獨立於第一結構 150A。在圖 2A 中，通道界定第一結構 250a 之一部分的一側，即直接相鄰於通道之第一結構 250a 之一部分之側。

【0021】 現參考圖 3A，即例示性支柱之示意性截面俯視圖，支柱 300 包括主體 301，主體 301 具有一第一表面 310a 及一相對第二表面 310b (參考圖 3B)、至少一側壁 320、及鄰接第一表面 310a 及至少一側壁 320 之一第一周邊邊緣 330。第一表面 310a 包括複數個第一結構 350a、在該複數個第一結構之間的至少一第一空隙區 360a 及第一平台表面區 370a。主體 301 進一步包括第一通道 380a 及 380a'。第一通道 380a 具有第一端部及第二端部 (分別是 381a 及 382a)，且第一通道 380a' 具有第一端部及第二端部 (分別是 381a' 及 382a')。第一通道 380a 及 380a' 分別具有長度 C_{1a} 及 C_{1a}' 。取決於主體 301 之大致形狀及各通道之所欲長度，第一通道長度 C_{1a} 及 C_{1a}' 可相同或可不相

同。第一通道經由其等之第一端部及第二端部（分別是 381a、381a'及 382a、382a'）中之至少一者而與局部環境流體連通。圖 3B 係圖 3A 之例示性支柱之沿線 YY'的示意性截面側視圖，其顯示包括具有側壁 320、周邊邊緣 330、第一表面 310a 及第二表面 310b 之主體 301 的支柱 300。亦顯示鄰接第二表面 310b 及至少一側壁 320 的第二周邊邊緣 340。主體 301 進一步包括第一通道 380a，其具有深度 Cda 及寬度 Cwa。儘管未顯示，但是第一通道 380a'將具有對應的深度 Cda'及寬度 Cwa'。通道之寬度（例如 Cwa 及 Cwa'）在通道最寬點處量測。取決於各通道之所欲寬度，第一通道寬度（Cwa 及 Cwa'）可相同或可不相同。取決於各通道之所欲深度，第一通道深度（Cda 及 Cda'）可相同或可不相同。主體 301 亦包括複數個第一結構 350a，各第一結構包括一第一結構基部 351a（由虛線顯示）及一第一結構面部 352a（與基部相對）。第一平台表面區 370a 與該等第一結構基部 351a 互連。第一結構面部（例如 352a）可稱為遠端。各第一結構 350a 具有寬度 Wa、長度 La（參見圖 3A）及高度 Ha。寬度 Wa 可在第一結構面部 352a 處量測。至少一第一空隙區 360a 在平行於該第一表面 310a（亦即平行於該第一結構面部 352a 及/或第一平台表面區 370a）的方向上與局部環境流體連通。至少一第一空隙區 360a 之深度 Dv（未顯示）等於該複數個第一結構之平均高度。Ld、Hp、 $\alpha 1$ 及 $\alpha 2$ 如先前圖 1A 中所述。

【0022】 在一些實施例中，本揭露之支柱主體可包括至少一通孔。現參考圖 3C，即圖 3A 之例示性支柱之一替代實施例之示意俯視

圖，支柱 300 及主體 301 如圖 3A 中所述，主體 301 進一步包括一通孔 395。根據定義，通孔穿過支柱的整個高度。通孔可在或可不在支柱主體的中心。通孔形狀可與支柱主體的大致形狀一致，在此例示性實施例中，通孔形狀及支柱主體形狀皆係圓形，然而通孔形狀可不同於支柱主體形狀。通孔的形狀具體而言沒有特別限制。通孔的形狀包括但不限於圓形、橢圓形、三角形、方形、矩形、六角形、八角形及類似者。

【0023】 圖 3D 係圖 3C 之例示性支柱沿線 YY' 的示意截面側視圖，其顯示包括具有通孔 395 之主體 301 的支柱 300。尺寸 Tw 定義為平行於第一表面之通孔最大尺寸。Ld 如先前圖 1A 中所述。Tw/Ld 之比可介於約 0.05 與約 0.95 之間、介於約 0.10 與約 0.95 之間、介於約 0.20 與約 0.95 之間、介於約 0.30 與約 0.95 之間、介於約 0.05 與約 0.90 之間、介於約 0.10 與約 0.90 之間、介於約 0.20 與約 0.90 之間、介於約 0.30 與約 0.90 之間、介於約 0.05 與約 0.80 之間、介於約 0.10 與約 0.95 之間、介於約 0.20 與約 0.80 之間、介於約 0.30 與約 0.80 之間、介於約 0.05 與約 0.70 之間、介於約 0.10 與約 0.70 之間、介於約 0.20 與約 0.70 之間、或甚至是介於約 0.30 與約 0.70 之間。通孔的數目沒有特別限制但是可介於約 1 與約 20 之間、介於約 1 與約 10 之間、或甚至是介於約 1 與約 5 之間。

【0024】 儘管以上討論聚焦於支柱主體之第一表面，但是在一些實施例中，本揭露之支柱主體可進一步包括至少複數個第二結構及至少一第二通道，該至少一第二通道具有第一端部及第二端部以及近接

第二表面之一第二通道開口。各第二結構具有一第二結構基部及與該基部相對之一第二結構面部、至少一介於該複數個第二結構之間的第二空隙區、及位於該複數個第二結構之間的一第二平台表面區，該第二平台表面區與該等第二結構基部互連。該第二通道經由其第一端部及第二端部中之至少一者而與局部環境流體連通。該至少一第二空隙區與下列至少一者流體連通：在平行於該第一表面的一方向上與局部環境，及該至少一第二通道。該複數個第二結構之高度係小於該通道之深度。

【0025】 參考圖 3E，即圖 3A 及圖 3B 根據本揭露之一個例示性實施例之例示性支柱之一替代實施例沿線 YY'之示意截面側視圖，支柱 300 具有包括一第一表面 310a 之一主體 301，該第一表面 310a 包括複數個第一結構 350a，其具有第一結構基部 351a 及第一結構面部 352a；至少一第一空隙區 360a，其介於該複數個第一結構 350a 之間；以及第一平台表面區 370a，第一平台表面區 370a 與該等第一結構基部 351a 互連。支柱 300 進一步包括一第二表面 310b，其具有複數個第二結構 350b。複數個第二結構 350b 具有第二結構基部 351b 及第二結構面部 352b。第二表面 310b 亦包括至少一介於該複數個第二結構 350b 之間的第二空隙區 360b 及第二平台表面區 370b，第二平台表面區 370b 與第二結構基部 351b 互連。第二結構面部 352b 可稱為遠端。各第二結構 350b 具有寬度 W_b 、長度 L_b （未顯示，但其定義與圖 3A 之 L_a 的定義類似）及高度 H_b 。亦顯示第一周邊邊緣 340，其鄰接第一表面 110a 及至少一側壁 320，及第二周邊邊緣 340，其鄰接

第二表面 310b 及至少一側壁 320。將該複數個結構增加至支柱主體之第一表面及/或第二表面減小了該支柱主體之整體接觸表面，因為現在第一結構面部及/第二結構面部之面積代表該支柱主體之接觸面積。一些第一結構及/或第二結構可位於或接近周邊邊緣，使得其等係周邊邊緣之部分，且因此可具有一倒角或圓化邊緣，將提供其等之進一步細節。這些設計特徵可導致本揭露之支柱之減小的導熱率，亦即經改良的絕緣能力、或機械性質。

【0026】 第二表面 310b 亦可包括至少一第二通道 380b，其具有第一端部及第二端部（分別是 381b 及 382b）。該至少一第二通道具有深度 Cdb、長度 Clb（未顯示，但其定義與圖 3A 之 Cla 的定義類似）及寬度 Cwb。該至少一第二通道經由其第一端部及第二端部（分別是 381b 及 382b）（未顯示，但其定義與圖 3A 之 381a 及 382a 的定義類似）中之至少一者而與局部環境流體連通。Ld 未顯示，但其如圖 3B 中所定義。將至少一通道增加至支柱主體之第一表面及/或第二表面減小了該支柱主體之整體接觸表面，因為第一表面 310a 及/或第二表面 310a 之面積藉由納入該至少一通道而減小。此設計特徵可導致本揭露之支柱之減小的導熱率，亦即經改良的絕緣能力。若例如主體係環狀物之形狀，則當支柱用於 VIGU 中時，納入至少一第一通道可有助於自環狀物內部抽空氣體。

【0027】 先前圖式已顯示具有單一側壁之圓形支柱。但是，支柱主體之側壁數目沒有特別限制。主體可具有一連續側壁，如當主體係圓柱形、橢圓柱形或螺旋形時可得到。在一些實施例中，主體可具有

複數個側壁。在一些實施例中，該複數個側壁包括介於 3 個至 30 個之間的側壁、介於 3 個至 20 個之間的側壁、介於 3 個至 12 個之間的側壁、介於 4 個至 30 個之間的側壁、介於 4 個至 20 個之間的側壁、介於 4 個至 12 個之間的側壁、介於 5 個至 30 個之間的側壁、介於 5 個至 20 個之間的側壁、介於 5 個至 12 個之間的側壁、介於 5 個至 30 個之間的側壁、介於 5 個至 20 個之間的側壁、介於 5 個至 12 個之間的側壁、6 個至 30 個側壁、從介於 6 個至 20 個之間的側壁、或甚至是介於 6 個至 12 個之間的側壁。

【0028】 當主體具有複數個側壁時，各側壁具有一第一拔模角 α_1 及一第二拔模角 α_2 。各側壁之第一拔模角 α_1 定義為介於第一表面與鄰接側壁之間的夾角（如圖 1B、圖 2B 及圖 3B 中所描繪）。各側壁之第二拔模角 α_2 定義為第二表面（如圖 1B、圖 2B 及圖 3B 中自第二表面延伸之水平虛線所描繪）與鄰接側壁之間的角。第一拔模角及第二拔模角可為全等角(congruent angle)。在一些實施例中， α_1 及/或 α_2 可介於約 90 度與約 135 度之間、介於約 95 度與約 135 度之間、介於約 100 度與約 135 度之間、90 度與約 130 度、介於約 95 度與約 130 度之間、介於約 100 度與約 130 度、90 度及與 120 度、介於約 95 度與約 120 度之間、介於約 100 度與約 120 度之間、90 度與約 110 度、介於約 95 度與約 110 度之間、或甚至是介於約 100 度與約 110 度之間。若 α_1 大於 90 度，則關聯側壁將係錐形(tapered)側壁，且第二表面定義為具有較大投影表面面積，並且第二表面可接近或大約係 L_d 。

【0029】 支柱高度 H_p 沒有特別限制。在一些實施例中，支柱高度可介於約 10 微米與約 2000 微米之間、介於約 10 微米與約 1500 微米之間、介於約 10 微米與約 1250 微米之間、介於約 10 微米與約 1000 微米之間、介於約 10 微米與約 750 微米之間、介於約 10 微米與約 500 微米之間、介於約 50 微米與約 2000 微米之間、介於約 50 微米與約 1500 微米之間、介於約 50 微米與約 1250 微米之間、介於約 50 微米與約 1000 微米之間、介於約 50 微米與約 750 微米之間、介於約 50 微米與約 500 微米之間、100 微米與約 2000 微米、介於約 100 微米與約 1500 微米之間、介於約 100 微米與約 1250 微米之間、介於約 100 微米與約 1000 微米之間、介於約 100 微米與約 750 微米之間、介於約 100 微米與約 500 微米之間。

【0030】 L_d 定義為平行於第一表面之主體最大尺寸。在一些實施例中， L_d 可介於約 10 微米與約 2000 微米之間、介於約 10 微米與約 1500 微米之間、介於約 10 微米與約 1250 微米之間、介於約 10 微米與約 1000 微米之間、介於約 10 微米與約 750 微米之間、介於約 10 微米與約 500 微米之間、介於約 50 微米與約 2000 微米之間、介於約 50 微米與約 1500 微米之間、介於約 50 微米與約 1250 微米之間、介於約 50 微米與約 1000 微米之間、介於約 50 微米與約 750 微米之間、介於約 50 微米與約 500 微米之間、100 微米與約 2000 微米、介於約 100 微米與約 1500 微米之間、介於約 100 微米與約 1250 微米之間、介於約 100 微米與約 1000 微米之間、介於約 100 微米與約 750 微米之間、介於約 100 微米與約 500 微米之間。

【0031】 支柱主體之形狀沒有特別限制且可包括但不限於圓柱形；橢圓柱形；多邊形稜柱，例如五角柱、六角柱及八角柱；角錐體及截頭角錐體，其中角錐體形狀可包括介於 3 個至 30 個之間之側壁；立方形，例如方形立方體或矩形長方體；錐形；截頭圓錐形(truncated conical)、環狀、螺旋形及其類似者。若支柱形狀係環狀，則環狀物形狀沒有特別限制且可包括但不限於圓柱形；橢圓柱形；多邊形稜柱，例如五角柱、六角柱及八角柱；截頭角錐體，其中角錐體形狀可包括介於 3 個至 30 個之間之側壁；立方形，例如方形立方體或矩形長方體；截頭圓錐形及其類似者。環狀物通孔之形狀可與該環狀物之形狀相同或可不同，該等形狀沒有特別限制且包括針對環狀物所述的彼等形狀。通孔形狀亦可係一標記，例如數字、字母、單詞及其類似者。

【0032】 該複數個第一結構及/或該複數個第二結構之形狀可全部相同或可使用形狀組合。在一些實施例中，至少約 10%、至少約 30%、至少約 50%、至少約 70%、至少約 90%、至少約 95%、至少約 97%、至少約 99%或甚至是至少約 100%之第一結構及/或第二結構經設計成具有相同的形狀及尺寸。該複數個第一結構及第二結構通常由精確製造程序製作（例如模製及壓紋），且公差一般很小。對於經設計成具有相同結構尺寸的複數個結構而言，結構尺寸係為一致。在一些實施例中，對應於該複數個第一結構及/或第二結構大小之至少一距離尺寸（例如面部之長度、高度、寬度或在基部之寬度）的百分比不均勻度係小於約 20%、小於約 15%、小於約 10%、小於約 8%、小於約 6%、小於約 4%、小於約 3%、小於約 2%、小於約 1.5%或甚至是

小於約 1%。該百分比不均勻度係為一組值除以該組值之平均再乘以 100 所得到的標準差。標準差及平均可藉由已知的統計技術來測量。可自至少 5 個結構、至少 10 個結構、至少 15 個結構或甚至是至少 20 個結構或甚至是更多個結構之樣本大小來計算標準偏差。樣本大小可不大於 200 個結構、不大於 100 個結構或甚至是不大於 50 個結構。樣本可隨機選自於主體上的單一區、或隨機選自於主體上的多個區。

【0033】 在一些實施例中，支柱之主體係精確形狀主體。「精確形狀」係指具有一經模製形狀的主體，該經模製形狀係與模穴對應之相反形狀，該形狀在從模具移除該主體之後被維持。雖然精確形狀主體可經歷關於固化、乾燥或其他熱處理（例如煅燒或燒結）之一些收縮，但是仍可將其視為精確形狀，因為其保留最初生產其之模穴的大致形狀。

【0034】 在一些實施例中，至少約 50%、至少約 70%、至少約 90%、至少約 95%、至少約 97%、至少約 99%及甚至是至少約 100% 之第一結構及/或第二結構係實心結構。實心結構之定義係為以體積計，含有小於約 2%、小於約 1%、小於約 0.5%、小於約 0.1%、小於約 0.05%、小於約 0.025%或甚至是 0%細孔率之結構。

【0035】 在一些實施例中，分別就平行於第一表面及/或第二表面之平面中第一結構及或第二結構之截面積而言，第一結構及/或第二結構之長度，亦即最長尺寸可介於約 10 微米與約 2000 微米之間、介於約 10 微米與約 1500 微米之間、介於約 10 微米與約 1250 微米之間、介於約 10 微米與約 1000 微米之間、介於約 10 微米與約 750 微米

之間、介於約 10 微米與約 500 微米之間、介於約 50 微米與約 2000 微米之間、介於約 50 微米與約 1500 微米之間、介於約 50 微米與約 1250 微米之間、介於約 50 微米與約 1000 微米之間、介於約 50 微米與約 750 微米之間、介於約 50 微米與約 500 微米之間、100 微米與約 2000 微米、介於約 100 微米與約 1500 微米之間、介於約 100 微米與約 1250 微米之間、介於約 100 微米與約 1000 微米之間、介於約 100 微米與約 750 微米之間、介於約 100 微米與約 500 微米之間。該複數個第一結構及/或第二結構可全部具有相同最長尺寸或最長尺寸可按設計而不同。

【0036】 在一些實施例中，各第一結構及/或第二結構之寬度可介於約 10 微米與約 1500 微米之間、介於約 10 微米與約 1250 微米之間、介於約 10 微米與約 1000 微米之間、介於約 10 微米與約 750 微米之間、介於約 10 微米與約 500 微米之間、介於約 10 微米與約 250 微米之間、介於約 50 微米與約 1500 微米之間、介於約 50 微米與約 1250 微米之間、介於約 50 微米與約 1000 微米之間、介於約 50 微米與約 750 微米之間、介於約 50 微米與約 500 微米之間、介於約 50 微米與約 250 微米之間、介於約 100 微米與約 1500 微米之間、介於約 100 微米與約 1250 微米之間、介於約 100 微米與約 1000 微米之間、介於約 100 微米與約 750 微米之間、介於約 100 微米與約 500 微米之間、或甚至是介於約 100 微米與約 250 微米之間。該複數個第一結構及/或第二結構可全部具有相同寬度或寬度可按設計而不同。若一結構

具有一錐形側壁，則該結構之寬度可在遠端（亦即該結構，例如 352a 及 352b）處測得。

【0037】 在一些實施例中，各第一結構及/或第二結構之高度可介於約 1 微米與約 500 微米之間、介於約 1 微米與約 250 微米之間、介於約 1 微米與約 100 微米之間、介於約 1 微米與約 50 微米之間、介於約 5 微米與約 500 微米之間、介於約 5 微米與約 250 微米之間、介於約 5 微米與約 100 微米之間、介於約 5 微米與約 50 微米之間、介於約 10 微米與約 500 微米之間、介於約 10 微米與約 250 微米之間、介於約 10 微米與約 100 微米之間、介於約 10 微米與約 50 微米之間、介於約 15 微米與約 500 微米之間、介於約 15 微米與約 250 微米之間、介於約 15 微米與約 100 微米之間、介於約 15 微米與約 50 微米之間、介於約 20 微米與約 500 微米之間、介於約 20 微米與約 250 微米之間、介於約 20 微米與約 100 微米、或甚至是介於約 20 微米與約 50 微米之間。該複數個第一結構及/或第二結構可全部具有相同高度或高度可按設計而不同。在一些實施例中，複數個第一結構及/或複數個第二結構之高度的百分比不均勻度可介於約 0.01 百分比與約 10 百分比之間、介於約 0.01 百分比與約 7 百分比之間、介於約 0.01 百分比與約 5 百分比之間、介於約 0.01 百分比與 4 百分比之間、介於約 0.01 百分比與 3 百分比之間、介於約 0.01 百分比與 2 百分比之間或甚至是介於約 0.01 百分比與 1 百分比之間。

【0038】 在一些實施例中，至少約 10%、至少約 30%、至少約 50%、至少 70%、至少約 80%、至少約 90%、至少約 95%或甚至是至

少約 100%的第一結構及/或第二結構之高度可介於約 1 微米與約 500 微米之間、介於約 1 微米與約 250 微米之間、介於約 1 微米與約 100 微米之間、介於約 1 微米與約 50 微米之間、介於約 5 微米與約 500 微米之間、介於約 5 微米與約 250 微米之間、介於約 5 微米與約 100 微米之間、介於約 5 微米與約 50 微米之間、介於約 10 微米與約 500 微米之間、介於約 10 微米與約 250 微米之間、介於約 10 微米與約 100 微米之間、介於約 10 微米與約 50 微米之間、介於約 15 微米與約 500 微米之間、介於約 15 微米與約 250 微米之間、介於約 15 微米與約 100 微米之間、介於約 15 微米與約 50 微米之間、介於約 20 微米與約 500 微米之間、介於約 20 微米與約 250 微米之間、介於約 20 微米與約 100 微米之間、或甚至是介於約 20 微米與約 50 微米之間。

【0039】 在一些實施例中，Ha/Hp 之比及/或 Hb/Hp 之高度比可介於約 0.01 至約 0.50 之間、介於約 0.03 與約 0.50 之間、介於約 0.05 與 0.50 之間、介於約 0.01 至約 0.40 之間、介於約 0.03 與約 0.40 之間、介於約 0.05 與 0.40 之間、介於約 0.01 至約 0.30 之間、介於約 0.03 與約 0.30 之間、介於約 0.05 與 0.30 之間、介於約 0.01 至約 0.20 之間、介於約 0.03 與約 0.20 之間、介於約 0.05 與 0.20 之間、介於約 0.01 至約 0.15 之間、介於約 0.03 與約 0.15 之間、介於約 0.05 與 0.15 之間、介於約 0.01 至約 0.10 之間、介於約 0.03 與約 0.10 之間、或甚至是介於約 0.05 與 0.10 之間。

【0040】 在一些實施例中，該複數個第一結構及/或第二結構可分別橫跨主體之第一表面及主體之第二表面均勻分佈，亦即具有一單

一面密度，或可分別橫跨主體之第一表面及主體之第二表面而具有不同面密度。在一些實施例中，該複數個第一結構及或第二結構之面密度可介於約 $10/\text{mm}^2$ 至約 $100000/\text{mm}^2$ 之間、介於約 $10/\text{mm}^2$ 至約 $75000/\text{mm}^2$ 之間、介於約 $10/\text{mm}^2$ 至約 $50000/\text{mm}^2$ 之間、介於約 $10/\text{mm}^2$ 至約 $30000/\text{mm}^2$ 之間、介於約 $50/\text{mm}^2$ 至約 $100000/\text{mm}^2$ 之間、介於約 $50/\text{mm}^2$ 至約 $75000/\text{mm}^2$ 之間、介於約 $50/\text{mm}^2$ 至約 $50000/\text{mm}^2$ 之間、介於約 $50/\text{mm}^2$ 至約 $30000/\text{mm}^2$ 之間、介於約 $100/\text{mm}^2$ 至約 $100000/\text{mm}^2$ 之間、介於約 $100/\text{mm}^2$ 至約 $75000/\text{mm}^2$ 之間、介於約 $100/\text{mm}^2$ 至約 $50000/\text{mm}^2$ 之間、或甚至是介於約 $100/\text{mm}^2$ 至約 $30,000/\text{mm}^2$ 之間。

【0041】 該複數個第一結構及/或第二結構可分別橫跨第一表面及/或第二表面隨機配置，或可依一圖案（例如重複圖案）分別橫跨第一表面及/或第二表面配置。圖案包括但不限於正方形陣列、六角形陣列及類似者。可使用圖案之組合。

【0042】 與一支柱之主體類似，可針對該複數個第一結構及第二結構之側壁定義拔模角 $\alpha 1'$ 及 $\alpha 2'$ 。

【0043】 拔模角 $\alpha 1'$ 及 $\alpha 2'$ 之值的範圍與針對拔模角 $\alpha 1$ 及 $\alpha 2$ 所揭示者相同。

【0044】 在一些實施例中，該複數個第一結構面部之總面積（亦即各結構之面部之面積之和）與第一表面之投影面積之比可介於約 0.10 至約 0.98 之間、介於約 0.10 至約 0.95 之間、介於約 0.10 至約 0.90 之間、介於約 0.10 與約 0.80 之間、介於約 0.01 與約 0.70 之間、

介於約 0.20 至約 0.98 之間、介於約 0.20 至約 0.95 之間、介於約 0.20 至約 0.90 之間、介於約 0.20 與約 0.80 之間、介於約 0.20 與約 0.70 之間、介於約 0.30 至約 0.98 之間、介於約 0.30 至約 0.95 之間、介於約 0.30 至約 0.90 之間、介於約 0.30 與約 0.80 之間、介於約 0.30 與約 0.70 之間、介於約 0.40 至約 0.98 之間、介於約 0.40 至約 0.95 之間、介於約 0.40 至約 0.90 之間、介於約 0.40 與約 0.80 之間、介於約 0.40 與約 0.70 之間、介於約 0.50 至約 0.98 之間、介於約 0.50 至約 0.95 之間、介於約 0.10 至約 0.90 之間、介於約 0.50 與約 0.80 之間、或甚至是介於約 0.50 與約 0.70 之間。作為此比率之一實例，如圖 1A 中所示，該複數個第一結構面部之總面積係各個別第一結構面部 152a 之面積之和，且第一表面之總投影面積係圖 1A 中所示之較小圓。圖 1A 中之較小圓同等於第一表面 110a 之投影表面面積，且該投影表面面積包括第一結構面部 152a 之面積、第一平台表面區 170a 之面積及通道 180a 之面積。在計算第一表面及第二表面之面積時，倒角周邊邊緣及圓化周邊邊緣未包括在內（若存在）。

【0045】 在一些實施例中，該複數個第二結構面部之總面積（亦即各結構之面部的面積之和）與第二表面之投影面積之比可介於約 0.10 至約 0.98 之間、介於約 0.10 至約 0.95 之間、介於約 0.10 至約 0.90 之間、介於約 0.10 與約 0.80 之間、介於約 0.01 與約 0.70 之間、介於約 0.20 至約 0.98 之間、介於約 0.20 至約 0.95 之間、介於約 0.20 至約 0.90 之間、介於約 0.20 與約 0.80 之間、介於約 0.20 與約 0.70 之間、介於約 0.30 至約 0.98 之間、介於約 0.30 至約 0.95 之間、介於約

0.30 至約 0.90 之間、介於約 0.30 與約 0.80 之間、介於約 0.30 與約 0.70 之間、介於約 0.40 至約 0.98 之間、介於約 0.40 至約 0.95 之間、介於約 0.40 至約 0.90 之間、介於約 0.40 與約 0.80 之間、介於約 0.40 與約 0.70 之間、介於約 0.50 至約 0.98 之間、介於約 0.50 至約 0.95 之間、介於約 0.10 至約 0.90 之間、介於約 0.50 與約 0.80 之間、或甚至是介於約 0.50 與約 0.70 之間。

【0046】 至少一第一通道及/或至少一第二通道之數目沒有特別限制。在一些實施例中，第一通道之數目及/或第二通道之數目可介於 1 與 50 之間、介於 1 與 35 之間、介於 1 與 20 之間、介於 1 與 15 之間、介於 1 與 10 之間、介於 2 與 50 之間、介於 2 與 35 之間、介於 2 與 20 之間、介於 2 與 15 之間、介於 2 與 10 之間、介於 3 與 50 之間、介於 3 與 35 之間、介於 3 與 20 之間、介於 3 與 15 之間或甚至是介於 3 與 10 之間。

【0047】 該至少一第一通道及/或該至少一第二通道之截面形狀沒有特別限制且包括但不限於方形、矩形、三角形（v 形）、截頭三角形、及其類似者。該至少一第一通道及/或第二通道可沿著其長度係線性的，亦即線形、弧形、曲線形、波形、正弦曲線形及其類似者。若存在超過一個第一通道，則該等第一通道可相交或可不相交，例如平行的第一通道。若存在超過一個第二通道，則該等第二通道可相交或可不相交，例如平行的通道。

【0048】 第一通道及/或第二通道之形狀可全部相同或可使用形狀組合。在一些實施例中，至少約 10%、至少約 30%、至少約 50%、

至少約 70%、至少約 90%、至少約 95%、至少約 97%、至少約 99% 或甚至是至少約 100%之該至少一第一通道及/或該至少一第二通道經設計成具有相同的形狀及尺寸。該等通道通常由精確製造程序製作（例如模製及壓紋），且公差一般很小。對於經設計成具有相同通道尺寸的複數個通道而言，通道尺寸係為一致。在一些實施例中，對應於第一通道及/或第二通道大小之至少一尺寸（例如長度、深度、寬度）的百分比不均匀度係小於約 20%、小於約 15%、小於約 10%、小於約 8%、小於約 6%、小於約 4%、小於約 3%、小於約 2%、小於約 1.5%或甚至是小於約 1%。百分比不均匀度可如先前所述來計算。

【0049】 在一些實施例中，該至少一第一通道及/或該至少一第二通道之長度，亦即最長尺寸，分別地，可介於約 10 微米與約 2000 微米之間、介於約 10 微米與約 1500 微米之間、介於約 10 微米與約 1250 微米之間、介於約 10 微米與約 1000 微米之間、介於約 10 微米與約 750 微米之間、介於約 10 微米與約 500 微米之間、介於約 50 微米與約 2000 微米之間、介於約 50 微米與約 1500 微米之間、介於約 50 微米與約 1250 微米之間、介於約 50 微米與約 1000 微米之間、介於約 50 微米與約 750 微米之間、介於約 50 微米與約 500 微米之間、100 微米與約 2000 微米、介於約 100 微米與約 1500 微米之間、介於約 100 微米與約 1250 微米之間、介於約 100 微米與約 1000 微米之間、介於約 100 微米與約 750 微米之間、介於約 100 微米與約 500 微米之間。該複數個第一結構及/或第二結構可全部具有相同最長尺寸或最長尺寸可按設計而不同。

【0050】 在一些實施例中，該至少一第一通道及/或該至少一第二通道之寬度可介於約 1 微米與約 1000 微米之間、介於約 1 微米與約 750 微米之間、介於約 1 微米與約 500 微米之間、介於約 1 微米與約 300 微米之間、介於約 1 微米與約 200 微米之間、介於約 1 微米與約 100 微米之間、5 微米與約 1000 微米、介於約 5 微米與約 750 微米之間、介於約 5 微米與約 500 微米之間、介於約 5 微米與約 300 微米之間、介於約 5 微米與約 200 微米之間、介於約 5 微米與約 100 微米之間、介於約 10 微米與約 1000 微米之間、介於約 10 微米與約 750 微米之間、介於約 10 微米與約 500 微米之間、介於約 10 微米與約 300 微米之間、介於約 10 微米與約 200 微米之間、介於約 10 微米與約 100 微米之間、介於約 20 微米與約 1000 微米之間、介於約 20 微米與約 750 微米之間、介於約 20 微米與約 500 微米之間、介於約 20 微米與約 300 微米之間、介於約 20 微米與約 200 微米之間、介於約 20 微米與約 100 微米之間、介於約 35 微米與約 1000 微米之間、介於約 10 微米與約 750 微米之間、介於約 35 微米與約 500 微米之間、介於約 35 微米與約 300 微米之間、介於約 35 微米與約 200 微米之間、介於約 35 微米與約 100 微米之間、介於約 50 微米與約 1000 微米之間、介於約 50 微米與約 750 微米之間、介於約 50 微米與約 500 微米之間、介於約 50 微米與約 300 微米之間、介於約 50 微米與約 200 微米之間、或甚至是介於約 50 微米與約 100 微米之間。

【0051】 在一些實施例中，該至少一第一通道及/或該至少一第二通道之深度可介於約 1 微米與約 1000 微米之間、1 微米與約 500 微

米、介於約 1 微米與約 250 微米之間、介於約 1 微米與約 100 微米之間、介於約 5 微米與約 1000 微米之間、介於約 5 微米與約 500 微米之間、介於約 5 微米與約 250 微米之間、介於約 5 微米與約 100 微米之間、介於約 10 微米與約 1000 微米之間、介於約 10 微米與約 500 微米之間、10 微米與約 500 微米、介於約 10 微米與約 250 微米之間、介於約 10 微米與約 100 微米之間、介於約 15 微米與約 1000 微米之間、介於約 15 微米與約 500 微米之間、15 微米與約 500 微米、介於約 15 微米與約 250 微米之間、介於約 15 微米與約 100 微米之間、介於約 20 微米與約 1000 微米之間、介於約 20 微米與約 500 微米之間、20 微米與約 500 微米、介於約 20 微米與約 250 微米之間、或甚至是介於約 20 微米與約 100 微米之間。若存在超過一個第一通道，則該等第一通道可具有相同深度或深度可按設計而變化。若存在超過一個第二通道，則該等第二通道可具有相同深度或深度可按設計而變化。在一些實施例中，複數個第一通道及/或複數個第二通道之深度的百分比不均勻度可介於約 0.01 百分比與約 10 百分比之間、介於約 0.01 百分比與 7 百分比之間、介於約 0.01 百分比與約 5 百分比之間、介於約 0.01 百分比與 4 百分比之間、介於約 0.01 百分比與 3 百分比之間、介於約 0.01 百分比與 2 百分比之間或甚至是介於約 0.01 百分比與 1 百分比之間。

【0052】 在一些實施例中，至少約 10%、至少約 30%、至少約 50%、至少 70%、至少約 80%、至少約 90%、至少約 95%或甚至是至少約 100%之第一通道及/或第二通道之深度可介於約 1 微米與約 1000

微米之間、1 微米與約 500 微米、介於約 1 微米與約 250 微米之間、介於約 1 微米與約 100 微米之間、介於約 5 微米與約 1000 微米之間、介於約 5 微米與約 500 微米之間、介於約 5 微米與約 250 微米之間、介於約 5 微米與約 100 微米之間、介於約 10 微米與約 1000 微米之間、介於約 10 微米與約 500 微米之間、10 微米與約 500 微米、介於約 10 微米與約 250 微米之間、介於約 10 微米與約 100 微米之間、介於約 15 微米與約 1000 微米之間、介於約 15 微米與約 500 微米之間、15 微米與約 500 微米、介於約 15 微米與約 250 微米之間、介於約 15 微米與約 100 微米之間、介於約 20 微米與約 1000 微米之間、介於約 20 微米與約 500 微米之間、20 微米與約 500 微米、介於約 20 微米與約 250 微米之間、或甚至是介於約 20 微米與約 100 微米之間。

【0053】 在一些實施例中， Cda/Hp 之比及/或 Cdb/Hp 之比可介於約 0.01 與約 0.50 之間、介於約 0.05 至約 0.50 之間、介於約 0.10 與約 0.50 之間、介於約 0.15 與 0.50 之間、介於約 0.20 與 0.50 之間、介於約 0.01 與約 0.40 之間、介於約 0.05 至約 0.40 之間、介於約 0.10 與約 0.40 之間、介於約 0.15 與 0.40 之間、介於約 0.20 與 0.40 之間、介於約 0.01 與約 0.30 之間、介於約 0.05 至約 0.30 之間、介於約 0.10 與約 0.30 之間、介於約 0.15 與 0.30 之間、或甚至是介於約 0.20 與 0.30 之間。

【0054】 在一些實施例中，結構高度與通道深度之比（例如 Ha/Cda 、及 Ha/Cdb ）可介於約 0.01 與約 0.9 之間、介於約 0.05 至約 0.9 之間、介於約 0.1 與約 0.9 之間、介於約 0.2 與 0.9 之間、介於約

0.01 與約 0.8 之間、介於約 0.05 至約 0.8 之間、介於約 0.1 與約 0.8 之間、介於約 0.2 與 0.8 之間、介於約 0.01 與約 0.7 之間、介於約 0.05 至約 0.7 之間、介於約 0.10 與約 0.7 之間、或甚至是介於約 0.20 與 0.7 之間。

【0055】 與一支柱之主體類似，可針對該複數個至少一第一通道及至少一第二通道定義拔模角 $\alpha 1''$ 及 $\alpha 2''$ 。

【0056】 拔模角 $\alpha 1''$ 及 $\alpha 2''$ 之值與針對拔模角 $\alpha 1$ 及 $\alpha 2$ 所揭示者相同。

【0057】 在一些實施例中，該至少一第一通道（在該第一表面之平面內）之面積與該第一表面之面積之比可介於約 0.02 至約 0.50 之間、介於約 0.02 至約 0.40 之間、介於約 0.02 至約 0.30 之間、介於約 0.02 與約 0.20 之間、介於約 0.05 至約 0.50 之間、介於約 0.05 至約 0.40 之間、介於約 0.05 至約 0.30 之間、介於約 0.05 與約 0.20 之間、介於約 0.10 至約 0.50 之間、介於約 0.10 至約 0.40 之間、介於約 0.10 至約 0.30 之間、介於約 0.10 與約 0.20 之間、介於約 0.15 至約 0.50 之間、介於約 0.015 至約 0.40 之間、介於約 0.15 至約 0.30 之間、或甚至是介於約 0.15 與約 0.20 之間。在一些實施例中，該至少一第二通道（在該第二表面之平面內）之面積與該第二表面之面積之比可介於約 0.02 至約 0.50 之間、介於約 0.02 至約 0.40 之間、介於約 0.02 至約 0.30 之間、介於約 0.02 與約 0.20 之間、介於約 0.05 至約 0.50 之間、介於約 0.05 至約 0.40 之間、介於約 0.05 至約 0.30 之間、介於約 0.05 與約 0.20 之間、介於約 0.10 至約 0.50 之間、介於約 0.10 至約 0.40 之

間、介於約 0.10 至約 0.30 之間、介於約 0.10 與約 0.20 之間、介於約 0.15 至約 0.50 之間、介於約 0.015 至約 0.40 之間、介於約 0.15 至約 0.30 之間、或甚至是介於約 0.15 與約 0.20 之間。在計算第一表面及第二表面之面積時，倒角周邊邊緣及圓化周邊邊緣未包括在內（若存在）。

【0058】 本揭露之支柱主體包括一第一周邊邊緣及一第二相對周邊邊緣。在一些實施例中，該第一周邊邊緣之至少一部分係經圓化及經倒角中之至少一者。具有包括圓化及/或倒角周邊邊緣之支柱的主體討論於與本申請案同一日申請之標題為「VACUUM GALZING PILLARS FOR INSULATED GLASS UNITS AND INSULATED GLASS UNITS THEREFROM」之共同受讓之美國專利申請案第 62/132054 號中，該案以全文引用之形式併入本文。在其他實施例中，整個第一周邊邊緣係經圓化及經倒角中之至少一者。在一些實施例中，該第二周邊邊緣之至少一部分係經圓化及經倒角中之至少一者。在其他實施例中，整個第二周邊邊緣係經圓化及經倒角中之至少一者。在一些實施例中，該第一周邊邊緣之至少一部分及該第二周邊邊緣之至少一部分係經圓化或經倒角中之至少一者。「整個第一周邊邊緣(entire first peripheral edge)」意謂沿主體之整個圓周之周邊邊緣。

【0059】 圖 3F 係圖 3A 及圖 3B 根據本揭露之一個例示性實施例之例示性支柱之一替代實施例沿線 YY' 的示意截面側視圖，其顯示具有包括一第一表面 310a、一相對第二表面 310b、至少一側壁 320、鄰

接第一表面 310a 及至少一側壁 320 之一第一周邊邊緣 330 及鄰接第一表面 310a 及至少一側壁 320 之一第二周邊邊緣 340 之主體 301 的支柱 300。第一周邊邊緣 330 係一倒角周邊邊緣。複數個第一結構 350a、至少一介於該複數個第一結構之間的第一空隙區 360a 及第一平台表面區 370a 以及至少一通道 380a 如圖 3A 及圖 3B 中所定義。Ld、Hp、 $\alpha 1$ 及 $\alpha 2$ 如先前圖 1A 中所述。以下定義 P1、P2 及 $\beta 1$ 。

【0060】 側壁及周邊邊緣之相交處至第一表面之最大垂向距離定義為倒角高度 Hc。在一些實施例中，Hc/Hp 之比係介於約 0.05 至約 0.95 之間、介於約 0.05 至約 0.90 之間、介於約 0.05 至約 0.80 之間、介於約 0.05 至約 0.70 之間、介於約 0.10 至約 0.95 之間、介於約 0.10 至約 0.90 之間、介於約 0.10 至約 0.80 之間、介於約 0.10 至約 0.70 之間、介於約 0.20 至約 0.95 之間、介於約 0.20 至約 0.90 之間、介於約 0.20 至約 0.80 之間、介於約 0.20 至約 0.70 之間、約 0.30 至約 0.95、介於約 0.30 至約 0.90 之間、介於約 0.30 至約 0.80 之間、或甚至是介於約 0.30 至約 0.70 之間。

【0061】 在此揭露全文中，一倒角周邊邊緣可具有以下特徵中之一或多者。倒角周邊邊緣可為在垂直於側壁的一虛平面（在側壁及第一周邊邊緣之相交處）與第一周邊邊緣之間具有內角 $\beta 1$ 的周邊邊緣。在一些實施例中，角 $\beta 1$ 係介於約 20 度與約 89 度之間、介於約 20 度與約 85 度之間、介於約 20 度與約 80 度之間、介於約 20 度與約 70 度之間、介於約 25 度與約 89 度之間、介於約 25 度與約 85 度之間、介於約 25 度與約 80 度之間、介於約 25 度與約 70 度之間、介於約 30 度

與約 89 度之間、介於約 30 度與約 85 度之間、介於約 30 度與約 80 度之間、介於約 30 度與約 70 度之間、介於約 40 度與約 89 度之間、介於約 40 度與約 85 度之間、介於約 40 度與約 80 度之間、或甚至是介於約 40 度與約 70 度之間。內角意謂該角位於主體內部內。 $\beta 1$ 亦可定義為第一表面（例如 310a）與倒角周邊邊緣（例如 330）（參見圖 3F）之平面相交處，倒角周邊邊緣之平面經延伸。兩個定義均得到相同的角。倒角周邊邊緣可為實質上平面坦的周邊邊緣，其可不在至少一側壁之平面中。倒角周邊邊緣可具有至少一明顯的拐點區，例如在周邊邊緣及至少一側壁之相交處之第一區 P1，及/或在第一表面及周邊邊緣之相交處之第二區 P2，如圖 3F 中所顯示。

【0062】 圖 3G 係圖 3A 及圖 3B 根據本揭露之一個例示性實施例之例示性支柱之一替代實施例沿線 YY' 的示意截面側視圖，其顯示具有包括一第一表面 310a、一相對第二表面 310b、至少一側壁 320、鄰接第一表面 310a 及至少一側壁 320 之一第一周邊邊緣 330 及鄰接第二表面 310b 及至少一側壁 320 之一第二周邊邊緣 330 之主體 301 的支柱 300。第一周邊邊緣 330 係一圓化周邊邊緣。複數個第一結構 350a、至少一介於該複數個第一結構之間的第一空隙區 360a 及第一平台表面區 370a 以及至少一通道 380a 如圖 3A 及圖 3B 中所定義。Ld、Hp、 $\alpha 1$ 及 $\alpha 2$ 如先前圖 1A 中所述。以下定義 Hr、Rc、R1、R2 及 I。

【0063】 側壁及周邊邊緣之相交處至第一表面之最大垂向距離定義為半徑高度 Hr。在一些實施例中，Hr/Hp 之比係介於約 0.05 至約 0.95 之間、介於約 0.05 至約 0.90 之間、介於約 0.05 至約 0.80 之間、

介於約 0.05 至約 0.70 之間、介於約 0.10 至約 0.95 之間、介於約 0.10 至約 0.90 之間、介於約 0.10 至約 0.80 之間、介於約 0.10 至約 0.70 之間、介於約 0.20 至約 0.95 之間、介於約 0.20 至約 0.90 之間、介於約 0.20 至約 0.80 之間、介於約 0.20 至約 0.70 之間、約 0.30 至約 0.95、介於約 0.30 至約 0.90 之間、介於約 0.30 至約 0.80 之間、或甚至是介於約 0.30 至約 0.70 之間。

【0064】 在此揭露全文中，一圓化周邊邊緣可具有以下特徵。一圓化周邊邊緣可具有平均曲率半徑 R_c 。平均曲率半徑 R_c 係曲率半徑 R_1 及 R_2 之平均曲率半徑。曲率半徑 R_1 及 R_2 係藉由自第一表面 310a 之頂部及周邊邊緣 330 之相交點垂直畫一條線並且在側壁 320 與周邊邊緣 330 之間的相交點垂直畫第二條線來獲得。兩條線相交於點 I。點 I 與第一表面 310a 之頂部之間的距離係 R_1 並且點 I 與側壁 320 之間的距離係 R_2 。

【0065】 在一些實施例中， R_c/H_p 之比係介於約 0.05 與約 0.95 之間、介於約 0.05 與約 0.90 之間、介於約 0.05 與約 0.80 之間、介於約 0.05 與約 0.70 之間、介於約 0.10 與約 0.95 之間、介於約 0.10 與約 0.90 之間、介於約 0.10 與約 0.80 之間、介於約 0.10 與約 0.70 之間、介於約 0.20 與約 0.95 之間、介於約 0.20 與約 0.90 之間、介於約 0.20 與約 0.80 之間、介於約 0.20 與約 0.70 之間、介於約 0.30 與約 0.95 之間、介於約 0.30 與約 0.90 之間、介於約 0.30 與約 0.80 之間、或甚至是介於約 0.30 與約 0.70 之間。

【0066】 在一些實施例中，該第一周邊邊緣之至少一部分及該第二周邊邊緣之至少一部分係經圓化或經倒角中之至少一者。在一個實施例中，主體可包括一第一周邊邊緣，其中該第一周邊邊緣之至少一部分係一倒角周邊邊緣，及一第二周邊邊緣，其中該第二周邊邊緣之至少一部分係一倒角周邊邊緣。在另一實施例中，主體可包括一第一周邊邊緣，其中該第一周邊邊緣之至少一部分係一倒角周邊邊緣，及一第二周邊邊緣，其中該第二周邊邊緣之至少一部分係一圓化周邊邊緣。在又一實施例中，主體可包括一第一周邊邊緣，其中該第一周邊邊緣之至少一部分係一圓化周邊邊緣，及一第二周邊邊緣，其中該第二周邊邊緣之至少一部分係一圓化周邊邊緣。在又一實施例中，主體可包括一第一周邊邊緣，其中該第一周邊邊緣之至少一部分係一圓化周邊邊緣，及一第二周邊邊緣，其中該第二周邊邊緣之至少一部分係一倒角周邊邊緣。在上文實施例中，整個第一周邊邊緣及/或整個第二周邊邊緣可係一圓化周邊邊緣及一倒角周邊邊緣中之至少一者。

【0067】 本揭露之支柱主體可包括一微結構紋理。在一實施例中，本揭露提供一種用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其包含一主體，該主體包括一第一表面及一相對第二表面，其中該第一表面之一部分及該第二表面之一部分中之至少一者包括一微結構紋理。在一些實施例中，第一表面及第二表面兩者之一部分包括一微結構紋理。在一些實施例中，整個第一表面及整個第二表面中之一者或兩者包括微結構紋理。在另一實施例中，本揭露提供一種用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其包含一主體，該主體包括一第一表面及一相對第二表

面，其中該第一表面包括一微結構紋理；且該第二表面進一步包括複數個第二結構，各第二結構具有一第二結構面部。可選地，該等第二結構面部之至少一部分包括一微結構紋理。在一些實施例中，所有第二結構面部包括一微結構紋理。在另一實施例中，本揭露提供一種用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其包含一主體，該主體包括一第一表面及一相對第二表面，其中該第二表面包括微結構紋理；且該第一表面進一步包括複數個第一結構，各第一結構具有一第一結構面部。可選地，該等第一結構面部之至少一部分包括一微結構紋理。在一些實施例中，所有第一結構面部包括一微結構紋理。

【0068】 在又一實施例中，本揭露提供一種用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其包含一主體，該主體包括一第一表面及一相對第二表面，該第一表面進一步包括複數個第一結構，各第一結構具有一第一結構面部，其中該等第一結構面部之至少一部分包括一微結構紋理。在一些實施例中，所有第一結構面部包括一微結構紋理。可選地，該第二表面可包括一微結構紋理。在另一實施例中，本揭露提供一種用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其包含一主體，該主體包括一第一表面及一相對第二表面，該第二表面進一步包括複數個第二結構，各第二結構具有一第二結構面部，其中該等第二結構面部之至少一部分包括一微結構紋理。在一些實施例中，所有第二結構面部包括一微結構紋理。可選地，該第一表面可包括一微結構紋理。在又一實施例中，本揭露提供一種用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其包含一主體，該主體包括一第一表面及一相對第二表面，該第一表面進一步包括複數

個第一結構，各第一結構具有一第一結構面部，其中該等第一結構面部之至少一部分包括一微結構紋理；且該第二表面進一步包括複數個第二結構，各第二結構具有第二結構面部，其中該等第二結構面部之至少一部分包括一微結構紋理。在一些實施例中，所有第一結構面部包括一微結構紋理。在一些實施例中，所有第二結構面部包括一微結構紋理。在一些實施例中，所有第一結構面部及所有第二結構面部包括一微結構紋理。

【0069】 包括一微結構紋理之支柱實施例之支柱主體可進一步包括至少一側壁及鄰接該第一表面及該至少一側壁之一第一周邊邊緣，其中鄰接該第一表面及該至少一側壁之該第一周邊邊緣之至少一部分可為一倒角周邊邊緣或一圓化周邊邊緣中之一者。一倒角周邊邊緣及一圓化周邊邊緣係如先前所述。包括微結構紋理之支柱實施例之支柱主體可進一步包括至少一側壁及鄰接該第二表面及該至少一側壁之一第二周邊邊緣，其中該第二周邊邊緣之至少一部分可為一倒角周邊邊緣或一圓化周邊邊緣中之一者。一倒角周邊邊緣及一圓化周邊邊緣係如先前所述。包括微結構紋理之支柱實施例之支柱主體可進一步包括至少一側壁、鄰接該第一表面及該至少一側壁之一第一周邊邊緣，其中鄰接該第一表面及該至少一側壁之該第一周邊邊緣之至少一部分可為一倒角周邊邊緣或一圓化周邊邊緣中之一者；及鄰接該第二表面及該至少一側壁之一第二周邊邊緣，其中鄰接該第一表面及該至少一側壁之該第二周邊邊緣之至少一部分可為一倒角周邊邊緣或一圓化周邊邊緣中之一者。一倒角周邊邊緣及一圓化周邊邊緣係如先前所述。

【0070】 圖 3H 係圖 3A 及圖 3B 按比例放大尺寸之例示性支柱之一部分之一替代實施例沿線 YY' 的示意截面側視圖。圖 3H 顯示包括主體 301 的支柱 300。主體 301 進一步包括第一表面 310a 及相對第二表面 310b、側壁 320 及周邊邊緣 330。第一表面 310a 包括至少一具有一第一結構基部 351a 及一第一結構面部 352a 之第一結構 350a。第一結構面部 352a 包括具有高度 H_{msa} 之第一微結構紋理 390a。在此例示性實施例中，第二表面 310b 包括高度為 H_{msb} 之第二微結構紋理 390b。支柱高度 H_p 、該複數個第一結構高度 H_a 、及第一結構寬度 W_a 如先前圖 3A 及圖 3B 中所定義。

【0071】 在一些實施例中，微結構紋理之高度小於該微結構紋理設置於其上之該複數個第一結構及/或第二結構之高度。在一些實施例中，微結構紋理之高度係介於約 5 奈米至約 5 微米之間、介於約 5 奈米至約 4 微米之間、介於約 5 奈米至約 3 微米之間、介於約 5 奈米至約 1 微米之間、介於約 5 奈米至約 0.5 微米之間、介於約 10 奈米至約 5 微米之間、介於約 10 奈米至約 4 微米之間、介於約 10 奈米至約 3 微米之間、介於約 10 奈米至約 1 微米之間、介於約 10 奈米至約 0.5 微米之間、介於約 25 奈米至約 5 微米之間、介於約 25 奈米至約 4 微米之間、介於約 25 奈米至約 3 微米之間、介於約 25 奈米至約 1 微米之間、介於約 25 奈米至約 0.5 微米之間、介於約 50 奈米至約 5 微米之間、介於約 50 奈米至約 4 微米之間、介於約 50 奈米至約 3 微米之間、介於約 50 奈米至約 1 微米之間、或甚至是介於約 50 奈米至約 0.5

微米之間。在一些實施例中，微結構紋理可呈隨機圖案。在一些實施例中，微結構紋理可呈一圖案。

【0072】 在一些實施例中，微結構紋理之長度小於該微結構紋理設置於其上之複數個第一結構及/或第二結構之長度。在一些實施例中，微結構紋理之長度係介於約 5 奈米至約 5 微米之間、介於約 5 奈米至約 4 微米之間、介於約 5 奈米至約 3 微米之間、介於約 5 奈米至約 1 微米之間、介於約 5 奈米至約 0.5 微米之間、介於約 10 奈米至約 5 微米之間、介於約 10 奈米至約 4 微米之間、介於約 10 奈米至約 3 微米之間、介於約 10 奈米至約 1 微米之間、介於約 10 奈米至約 0.5 微米之間、介於約 25 奈米至約 5 微米之間、介於約 25 奈米至約 4 微米之間、介於約 25 奈米至約 3 微米之間、介於約 25 奈米至約 1 微米之間、介於約 25 奈米至約 0.5 微米之間、介於約 50 奈米至約 5 微米之間、介於約 50 奈米至約 4 微米之間、介於約 50 奈米至約 3 微米之間、介於約 50 奈米至約 1 微米之間、或甚至是介於約 50 奈米至約 0.5 微米之間。在一些實施例中，微結構紋理可呈隨機圖案。在一些實施例中，微結構紋理可呈一圖案。

【0073】 在一些實施例中，微結構紋理之寬度小於該微結構紋理設置於其上之該複數個第一結構及/或第二結構之寬度。在一些實施例中，微結構紋理之寬度係介於約 5 奈米至約 5 微米之間、介於約 5 奈米至約 4 微米之間、介於約 5 奈米至約 3 微米之間、介於約 5 奈米至約 1 微米之間、介於約 5 奈米至約 0.5 微米之間、介於約 10 奈米至約 5 微米之間、介於約 10 奈米至約 4 微米之間、介於約 10 奈米至約 3

微米之間、介於約 10 奈米至約 1 微米之間、介於約 10 奈米至約 0.5 微米之間、介於約 25 奈米至約 5 微米之間、介於約 25 奈米至約 4 微米之間、介於約 25 奈米至約 3 微米之間、介於約 25 奈米至約 1 微米之間、介於約 25 奈米至約 0.5 微米之間、介於約 50 奈米至約 5 微米之間、介於約 50 奈米至約 4 微米之間、介於約 50 奈米至約 3 微米之間、介於約 50 奈米至約 1 微米之間、或甚至是介於約 50 奈米至約 0.5 微米之間。在一些實施例中，微結構紋理可呈隨機圖案。在一些實施例中，微結構紋理可呈一圖案。

【0074】 在一些實施例中， H_{msa}/H_a 及/或 H_{msb}/H_b 之比（ H_a 及 H_b 如先前所定義）可介於約 0.005 與約 0.75 之間，可介於約 0.03 與約 0.75 之間，可介於約 0.05 與約 0.75 之間，可介於約 0.1 與約 0.75 之間，可介於約 0.15 與約 0.75 之間，可介於約 0.20 與約 0.75 之間，可介於約 0.005 與約 0.50 之間，可介於約 0.03 與約 0.50 之間、介於約 0.05 與約 0.50 之間、介於約 0.10 與約 0.50 之間、介於約 0.15 與約 0.50 之間、介於約 0.20 與約 0.50 之間，可介於約 0.005 與約 0.40 之間、介於約 0.03 與約 0.4 之間、介於約 0.05 與約 0.4 之間、介於約 0.10 與約 0.40 之間、介於約 0.15 與約 0.40 之間、介於約 0.20 與約 0.40 之間，可介於約 0.005 與約 0.30 之間、介於約 0.03 與約 0.30 之間、介於約 0.05 與約 0.30 之間、介於約 0.10 與約 0.30 之間、介於約 0.15 與約 0.30 之間、或甚至是介於約 0.20 與約 0.30 之間。

【0075】 微結構紋理化可藉由所屬技術領域中已知之技術形成，包括但不限於噴砂、噴珠(beadblasting)、化學蝕刻、電漿塗佈、聚合

物塗佈、離型塗佈(release coating)、切割、砂磨、研磨、複製、微複製及其類似者。

【0076】 可用於製造本揭露之支柱之材料及方法納入於 2013 年 9 月 13 日申請之標題為「VACUUM GLAZING PILLARS FOR INSULATED GLASS UNITS」之待審查的美國專利申請案第 14/025958 號、2014 年 9 月 11 日申請之標題為「METAL OXIDE PARTICLES」之待審查的美國臨時申請案第 62/048972 號及 2015 年 3 月 3 日申請之標題為「GEL COMPOSITIONS AND SINTERED ARTICLES PREPARED THEREFROM」之待審查的美國臨時申請案第 62/127569 號，該等申請案以全文引用之方式併入本文。

【0077】 支柱主體係連續無機材料或聚合物複合物中之至少一者。在此揭露全文中，「連續無機材料(continuous inorganic material)」係跨越支柱主體之整個長度、寬度及高度之無機材料。歸因於支柱必須耐受之施加負荷，較佳的是支柱具有高壓縮強度。支柱之壓縮強度可大於約 400 MPa、大於約 600 MPa、大於約 800 MPa、大於約 1 GPa、或甚至是大於約 2 GPa。在一些實施例中，壓縮強度係介於約 400 MPa 與約 110 GPa 之間、介於約 400 MPa 與約 50 GPa 之間、介於約 400 MPa 與約 25 GPa 之間、介於約 400 MPa 與約 12 GPa 之間、1 GPa 與約 110 GPa、介於約 1 GPa 與約 50 GPa 之間、介於約 1 GPa 與約 25 GPa 之間、或甚至是介於約 1 GPa 與約 12 GPa 之間。支柱主體之導熱率可小於約 $40 \text{ W m}^{-2} \text{ }^{\circ}\text{K}^{-1}$ 、小於 $20 \text{ W m}^{-2} \text{ }^{\circ}\text{K}^{-1}$ 、小於 $10 \text{ W m}^{-2} \text{ }^{\circ}\text{K}^{-1}$ 或甚至是小於 $5 \text{ W m}^{-2} \text{ }^{\circ}\text{K}^{-1}$ 。支柱主體之導熱率可

為至少 $0.1 \text{ W m}^{-2} \text{ }^{\circ}\text{K}^{-1}$ 。在一些實施例中，連續無機材料包括陶瓷，諸如 α 氧化鋁，且連續無機材料係經由溶膠凝膠前驅物之模製（「溶膠凝膠途徑」）來製造。在一些實施例中，連續無機材料包括以下中之至少一者：陶瓷奈米粒子（ Al_2O_3 、 SiO_2 、 ZrO_2 、 SiC 、 Si_3N_4 及其組合）；陶瓷前驅物，諸如矽倍半氧烷及聚矽氮烷；燒結陶瓷（ Al_2O_3 、 SiO_2 、 ZrO_2 、 SiC 、 Si_3N_4 、及類似者）；玻璃陶瓷（MACOR 產品、LAS-系統、MAS-系統、ZAS-系統）；玻璃料；玻璃珠或玻璃泡；金屬；以及其組合。連續無機材料可為燒結陶瓷。燒結陶瓷可包括但不限於氧化鋯、氧化鋁、二氧化矽、碳化矽及氮化矽中之至少一者。在其他實施例中，聚合物複合物包含熱固化或輻射固化複合物，其由熱穩定丙烯酸酯單體或寡聚物或兩者製成，及奈米粒子填料，諸如奈米氧化鋯（「澆注及固化途徑」）。

【0078】 由於光受陶瓷中之孔散射，陶瓷外觀常常係不透明的。甚至為了達成有限水準的半透明性，陶瓷密度通常大於理論密度之 99%。較高清晰度則可能需要高於 99.9%或甚至是 99.99%之水準。所屬技術領域中已知的用於達成陶瓷材料中之極高密度的兩種方法係熱均壓(hot isostatic pressing)及放電電漿燒結。

【0079】 在本揭露之一實施例中，連續無機材料可為結晶金屬氧化物，其中至少 70 莫耳百分比之結晶金屬氧化物係 ZrO_2 ，其中 1 莫耳百分比至 15 莫耳百分比（在一些實施例中 1 莫耳百分比至 9 莫耳百分比）之結晶金屬氧化物係 Y_2O_3 ，且其中 ZrO_2 之平均顆粒大小係在 75 奈米至 400 奈米之範圍內。結晶金屬氧化物之密度可為理論密度之至

少 98.5（在一些實施例中，99、99.5、99.9、或甚至是至少 99.99）百分比。

【0080】 在計算理論密度時，單位晶胞之體積係藉由 XRD 針對各組成物進行量測或經由離子半徑及晶體類型來計算。

$$\rho_{\text{理論}} = (N_c A) / (V_c N_a)$$

其中

N_c = 單位晶胞中原子數；

A = 原子量[kg/mol]；

V_c = 單位晶胞之體積[m³]；以及

N_a = 亞佛加厥數(Avogadro's number) [原子數/mol]。

【0081】 在另一實施例中，支柱主體係由反應混合物形成，該反應混合物包括(a)以反應混合物之總重量計，20 至 60 重量百分比基於氧化鋯之粒子，該等基於氧化鋯之粒子具有不大於 100 奈米之平均粒度且含有至少 70 莫耳百分比 ZrO₂，(b)以反應混合物之總重量計，30 至 75 重量百分比溶劑介質，該溶劑介質含有至少 60 百分比之沸點等於至少 150°C 之有機溶劑，(c)以反應混合物之總重量計，2 至 30 重量百分比可聚合材料，該可聚合材料包括(1)具有自由基可聚合基團之第一表面改質劑；及(d)用於自由基聚合反應之光起始劑。

【0082】 以存在的無機氧化物之總莫耳數計，基於氧化鋯之粒子可含有 0 至 30 重量百分比氧化釔。若將氧化釔添加至基於氧化鋯之粒子中，則其常常以等於至少 1 莫耳百分比、至少 2 莫耳百分比、或至

少 5 莫耳百分比之量添加。氧化釔之量可為至多 30 莫耳百分比、至多 25 莫耳百分比、至多 20 莫耳百分比、或至多 15 莫耳百分比。舉例而言，氧化釔之量可在 1 至 30 莫耳百分比、1 至 25 莫耳百分比、2 至 25 莫耳百分比、1 至 20 莫耳百分比、2 至 20 莫耳百分比、1 至 15 莫耳百分比、2 至 15 莫耳百分比、5 至 30 莫耳百分比、5 至 25 莫耳百分比、5 至 20 莫耳百分比、或 5 至 15 莫耳百分比之範圍內。以上之莫耳百分比量係以基於氧化鋯之粒子中無機氧化物之總莫耳數計。

【0083】 以存在的無機氧化物之總莫耳數計，基於氧化鋯之粒子可含有 0 至 10 莫耳百分比氧化釩。若將氧化釩添加至基於氧化鋯之粒子中，則其可以等於至少 0.1 莫耳百分比、至少 0.2 莫耳百分比、或至少 0.5 莫耳百分比之量使用。氧化釩之量可為至多 10 莫耳百分比、至多 5 莫耳百分比、至多 3 莫耳百分比、至多 2 莫耳百分比、或至多 1 莫耳百分比。舉例而言，氧化釩之量可在 0.1 至 10 莫耳百分比、0.1 至 5 莫耳百分比、0.1 至 3 莫耳百分比、0.1 至 2 莫耳百分比、或 0.1 至 1 莫耳百分比之範圍內。以上之莫耳百分比量係以基於氧化鋯之粒子中無機氧化物之總莫耳數計。

【0084】 在一些實施例中，基於氧化鋯(zirconia-based)之粒子含有 70 至 100 莫耳百分比氧化鋯(zirconium oxide)、0 至 30 莫耳百分比氧化釔、及 0 至 10 莫耳百分比氧化釩。舉例而言，基於氧化鋯之粒子含有 70 至 99 莫耳百分比氧化鋯、1 至 30 莫耳百分比氧化釔、及 0 至 10 莫耳百分比氧化釩。在其他實施例中，基於氧化鋯之粒子含有 75 至 99 莫耳百分比氧化鋯、1 至 25 莫耳百分比氧化釔、及 0 至 5 莫耳

百分比氧化鋁；或 80 至 99 莫耳百分比氧化鋅、1 至 20 莫耳百分比氧化鈮、及 0 至 5 莫耳百分比氧化鋁；或 85 至 99 莫耳百分比氧化鋅、1 至 15 莫耳百分比氧化鈮、及 0 至 5 莫耳百分比氧化鋁。在又另其他實施例中，基於氧化鋅之粒子含有 85 至 95 莫耳百分比氧化鋅、5 至 15 莫耳百分比氧化鈮、及 0 至 5 莫耳百分比（例如，0.1 至 5 莫耳百分比或 0.1 至 2 莫耳百分比）氧化鋁。以上之莫耳百分比量係以基於氧化鋅之粒子中無機氧化物之總莫耳數計。

【0085】 其他無機氧化物可與稀土元素組合使用或置換稀土元素而使用。舉例而言，以存在的無機氧化物之總莫耳數計，可添加在 0 至 30 重量百分比之範圍內之量的氧化鈣、氧化鎂、或其混合物。這些無機氧化物之存在傾向於降低所形成之單斜晶相(monoclinic phase)之量。若將氧化鈣及/或氧化鎂添加至基於氧化鋅之粒子中，所添加之總量常常係至少 1 莫耳百分比、至少 2 莫耳百分比、或至少 5 莫耳百分比。氧化鈣、氧化鎂、或其混合物之量可為至多 30 莫耳百分比、至多 25 莫耳百分比、至多 20 莫耳百分比、或至多 15 莫耳百分比。舉例而言，該量可在 1 至 30 莫耳百分比、1 至 25 莫耳百分比、2 至 25 莫耳百分比、1 至 20 莫耳百分比、2 至 20 莫耳百分比、1 至 15 莫耳百分比、2 至 15 莫耳百分比、5 至 30 莫耳百分比、5 至 25 莫耳百分比、5 至 20 莫耳百分比、或 5 至 15 莫耳百分比之範圍內。以上之莫耳百分比量係以基於氧化鋅之粒子中無機氧化物之總莫耳數計。

【0086】 另外，以基於氧化鋅之粒子中無機氧化物之總莫耳數計，可包括在 0 至小於 1 莫耳百分比之範圍內之量的氧化鋁。一些基

於氧化鋯之粒子之實例含有 0 至 0.5 莫耳百分比、0 至 0.2 莫耳百分比、或 0 至 0.1 莫耳百分比之此等無機氧化物。

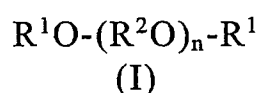
【0087】 以反應混合物之總重量計，用於形成凝膠組成物之反應混合物（澆注溶膠）含有 20 至 60 重量百分比基於氧化鋯之粒子。基於氧化鋯之粒子之量可為至少 25 重量百分比、至少 30 重量百分比、至少 35 重量百分比、或至少 40 重量百分比且可為至多 55 重量百分比、至多 50 重量百分比、或至多 45 重量百分比。在一些實施例中，以用於凝膠組成物之反應混合物之總重量計，基於氧化鋯之粒子之量係在 25 至 55 重量百分比、30 至 50 重量百分比、30 至 45 重量百分比、35 至 50 重量百分比、40 至 50 重量百分比、或 35 至 45 重量百分比之範圍內。

【0088】 沸點等於 150°C 之適當的有機溶劑通常經選擇而與水互溶，因為基於氧化鋯之粒子可於水基介質中形成，且可將有機溶劑添加至基於氧化鋯之粒子溶膠中並經由蒸餾來移除水，將有機溶劑留在原處。在一些實施例中，溶劑介質含有至少 70 重量百分比、至少 80 重量百分比、至少 90 重量百分比、至少 95 重量百分比、至少 97 重量百分比、至少 98 重量百分比、或至少 99 重量百分比之沸點等於至少 150°C 之有機溶劑。沸點常常係至少 160°C、至少 170°C、至少 180°C、或至少 190°C。

【0089】 該有機溶劑常常係乙二醇或聚乙二醇、單醚乙二醇或單醚聚乙二醇、二醚乙二醇或二醚聚乙二醇、醚酯乙二醇或醚酯聚乙二醇、碳酸酯、醯胺、或亞砷（例如，二甲亞砷）。該等有機溶劑通常

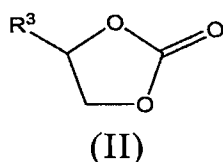
具有一或多個極性基團。該有機溶劑不具有可聚合基團；也就是說，該有機溶劑不含可經歷自由基聚合之基團。另外，溶劑介質之組分不具有可經歷自由基聚合之可聚合基團。

【0090】 適當的乙二醇或聚乙二醇、單醚乙二醇或單醚聚乙二醇、二醚乙二醇或二醚聚乙二醇、及醚酯乙二醇或醚酯聚乙二醇常常係式(I)。



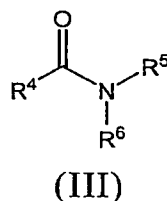
【0091】 在式(I)中，各 R^1 獨立地係氫、烷基、芳基、或醯基。適當的烷基常常具有 1 至 10 個碳原子、1 至 6 個碳原子、或 1 至 4 個碳原子。適當的芳基常常具有 6 至 10 個碳原子且常常係苯基或經具有 1 至 4 個碳原子之烷基取代之苯基。適當的醯基常常係式 $-(\text{CO})\text{R}^a$ ，其中 R^a 係具有 1 至 10 個碳原子、1 至 6 個碳原子、1 至 4 個碳原子、2 個碳原子、或 1 個碳原子之烷基。醯基常常係乙醯基(acetate group)($-(\text{CO})\text{CH}_3$)。在式(I)中，各 R^2 通常係伸乙基或伸丙基。變數 n 係至少 1 且可在 1 至 10、1 至 6、1 至 4、或 1 至 3 之範圍內。

【0092】 其他適當的有機溶劑係式(II)之碳酸酯。



【0093】 在式(II)中， R^3 係氫或烷基，諸如具有 1 至 4 個碳原子、1 至 3 個碳原子、或 1 個碳原子之烷基。實例包括碳酸伸乙酯及碳酸伸丙酯。

【0094】 又其他適當的有機溶劑係式(III)之醯胺。



【0095】 在式(III)中，基團 R^4 係氫、烷基、或與 R^5 組合形成五員環，該五員環包括連接至 R^4 之羰基及連接至 R^5 之氮原子。基團 R^5 係氫、烷基、或與 R^4 組合形成五員環，該五員環包括連接至 R^4 之羰基及連接至 R^5 之氮原子。基團 R^6 係氫或烷基。 R^4 、 R^5 、及 R^6 之適當的烷基具有 1 至 6 個碳原子、1 至 4 個碳原子、1 至 3 個碳原子、或 1 個碳原子。式(III)之醯胺有機溶劑之實例包括但不限於甲醯胺、N,N-二甲基甲醯胺、N,N-二甲基乙醯胺、N,N-二乙基乙醯胺、N-甲基-2-吡咯啉酮、及 N-乙基-2-吡咯啉酮。

【0096】 反應混合物常常包括至少 30 重量百分比溶劑介質。在一些實施例中，反應混合物含有至少 35 重量百分比、或至少 40 重量百分比溶劑介質。反應混合物可含有至多 75 重量百分比、至多 70 重量百分比、至多 65 重量百分比、至多 60 重量百分比、至多 55 重量百分比、至多 50 重量百分比、或至多 45 重量百分比溶劑介質。舉例而言，反應混合物可含有 30 至 75 重量百分比、30 至 70 重量百分比、

30 至 60 重量百分比、30 至 50 重量百分比、30 至 45 重量百分比、35 至 60 重量百分比、35 至 55 重量百分比、35 至 50 重量百分比、或 40 至 50 重量百分比溶劑介質。以上之重量百分比值係以反應混合物之總重量計。

【0097】 在溶劑交換（例如，蒸餾）程序之後，溶劑介質通常含有小於 15 重量百分比水、小於 10 百分比水、小於 5 百分比水、小於 3 百分比水、小於 2 百分比水、小於 1 重量百分比、或甚至是小於 0.5 重量百分比水。

【0098】 反應混合物包括一或多種可聚合材料，其具有可經歷自由基聚合之可聚合基團（亦即，可聚合基團係自由基可聚合的）。在許多實施例中，可聚合基團係諸如(甲基)丙烯醯基之烯系不飽和基團，其係式 $-(CO)-CR^b=CH_2$ 之基團，其中 R^b 係氫或甲基。在一些實施例中，可聚合基團係非(甲基)丙烯醯基之乙烯基 $(-CH=CH_2)$ 。可聚合材料通常經選擇而使得其可溶於沸點等於至少 150°C 之有機溶劑中或與該有機溶劑互溶。

【0099】 反應混合物包括一或多種可聚合材料，其具有可經歷自由基聚合之可聚合基團（亦即，可聚合基團係自由基可聚合的）。在許多實施例中，可聚合基團係諸如(甲基)丙烯醯基之烯系不飽和基團，其係式 $-(CO)-CR^b=CH_2$ 之基團，其中 R^b 係氫或甲基。在一些實施例中，可聚合基團係非(甲基)丙烯醯基之乙烯基 $(-CH=CH_2)$ 。可聚合材料通常經選擇而使得其可溶於沸點等於至少 150°C 之有機溶劑中或與該有機溶劑互溶。

可聚合材料包括第一單體，其係具有自由基可聚合基團之表面改質劑。該第一單體通常改質基於氧化鋯之粒子之表面。適當的第一單體具有可連接至基於氧化鋯之粒子之表面的表面改質基團。該表面改質基團通常係羧基（-COOH 或其陰離子）或式 $-\text{Si}(\text{R}^7)_x(\text{R}^8)_{3-x}$ 之矽基，其中 R^7 係不可水解基團， R^8 係羥基或可水解基團，且變數 x 係等於 0、1、或 2 之整數。適當的不可水解基團常常係烷基，諸如具有 1 至 10 個、1 至 6 個、1 至 4 個、或 1 至 2 個碳原子之烷基。適當的可水解基團常常係鹵基（例如，氯），乙醯氧基，具有 1 至 10 個、1 至 6 個、1 至 4 個、或 1 至 2 個碳原子之烷氧基；或式 $-\text{OR}^d-\text{OR}^e$ 之基團，其中 R^d 係具有 1 至 4 個或 1 至 2 個碳原子之伸烷基且 R^e 係具有 1 至 4 個或 1 至 2 個碳原子之烷基。

【0100】 第一單體可作用為可聚合表面改質劑。可使用多個第一單體。第一單體可為唯一一種表面改質劑或可與一或多種其他不可聚合表面改質劑（諸如上文所討論的彼等）組合。在一些實施例中，以可聚合材料之總重量計，第一單體之量係至少 20 重量百分比。舉例而言，第一單體之量常常係至少 25 重量百分比、至少 30 重量百分比、至少 35 重量百分比、或至少 40 重量百分比。第一單體之量可為至多 100 百分比、至多 90 重量百分比、至多 80 重量百分比、至多 70 重量百分比、至多 60 重量百分比、或至多 50 重量百分比。以可聚合材料之總重量計，一些反應混合物含有 20 至 100 重量百分比、20 至 80 重量百分比、20 至 60 重量百分比、20 至 50 重量百分比、或 30 至 50 重量百分比之第一單體。

【0101】 第一單體（亦即，可聚合表面改質單體）可為可聚合材料中唯一一種單體，或可與一或多種可溶於溶劑介質中之第二單體組合。可使用不具有表面改質基團之任何適當的第二單體。也就是說，第二單體不具有羧基或矽基。第二單體常常係極性單體（例如，非酸性極性單體）、具有複數個可聚合基團之單體、(甲基)丙烯酸烷基酯、及其混合物。

【0102】 總而言之，以可聚合材料之總重量計，可聚合材料通常含有 20 至 100 重量百分比第一單體及 0 至 80 重量百分比第二單體。舉例而言，可聚合材料包括 30 至 100 重量百分比第一單體及 0 至 70 重量百分比第二單體、30 至 90 重量百分比第一單體及 10 至 70 重量百分比第二單體、30 至 80 重量百分比第一單體及 20 至 70 重量百分比第二單體、30 至 70 重量百分比第一單體及 30 至 70 重量百分比第二單體、40 至 90 重量百分比第一單體及 10 至 60 重量百分比第二單體、40 至 80 重量百分比第一單體及 20 至 60 重量百分比第二單體、50 至 90 重量百分比第一單體及 10 至 50 重量百分比第二單體、或 60 至 90 重量百分比第一單體及 10 至 40 重量百分比第二單體。

【0103】 在一些應用中，可有利的是使反應混合物中可聚合材料與基於氧化鋯之粒子之重量比最小。這傾向於減小在燒結物品形成之前需要燃盡(burned out)的有機材料之分解產物之量。可聚合材料與基於氧化鋯之粒子之重量比常常係至少 0.05、至少 0.08、至少 0.09、至少 0.1、至少 0.11、或至少 0.12。可聚合材料與基於氧化鋯之粒子之重量比可為至多 0.80、至多 0.6、至多 0.4、至多 0.3、至多 0.2、或至

多 0.1。舉例而言，比率可在 0.05 至 0.8、0.05 至 0.6、0.05 至 0.4、0.05 至 0.2、0.05 至 0.1、0.1 至 0.8、0.1 至 0.4、或 0.1 至 0.3 中之一範圍內。

【0104】 用以形成凝膠組成物之反應混合物含有光起始劑。反應混合物有利地藉由施加光化輻射來起始。也就是說，可聚合材料係使用光起始劑而非熱起始劑來聚合。令人意外的是，使用光起始劑而非熱起始劑傾向於在整個凝膠組成物中導致更均勻的固化，確保涉及燒結物品形成之後續步驟中的均勻收縮。此外，當使用光起始劑而非熱起始劑時，固化部分之外表面更均勻且更無缺陷。

【0105】 相較於熱起始聚合反應，光起始聚合反應常常導致更短的固化時間及更少的關於相互競爭之抑制反應(competing inhibition reaction)之顧慮。固化時間可比在必須與不透明反應混合物一起使用之熱起始聚合反應之情況下更容易控制。

【0106】 在大部分實施例中，光起始劑經選擇而回應於紫外輻射及/或可見光輻射。換言之，光起始劑通常吸收在 200 至 600 奈米、300 至 600 奈米、或 300 至 450 奈米之波長範圍內之光。一些例示性光起始劑係安息香醚（例如，安息香甲基醚或安息香異丙基醚）或經取代安息香醚（例如，大茴香偶姻甲基醚(anisoin methyl ether)）。其他例示性光起始劑係經取代苯乙酮，諸如 2,2-二乙氧基苯乙酮或 2,2-二甲氧基-2-苯基苯乙酮（可以商標名稱 IRGACURE 651 購自 BASF Corp. (Florham Park, NJ, USA)或以商標名稱 ESACURE KB-1 購自 Sartomer (Exton, PA, USA)）。其他例示性光起始劑係經取代二苯基

酮，諸如 1-羥基環己基二苯基酮（可例如以商標名稱「IRGACURE 184」購自 Ciba Specialty Chemicals Corp., Tarrytown, NY）。又另其他例示性光起始劑係經取代 α -酮醇諸如 2-甲基-2-羥基苯丙酮、芳族磺醯氯諸如 2-萘磺醯氯、及光活性肟諸如 1-苯基-1,2-丙二酮-2-(O-乙氧基羰基)肟。其他適當的光起始劑包括樟腦醯、1-羥基環己基苯基酮 (IRGACURE 184)、氧化雙 (2,4,6-三甲基苯甲醯基) 苯基膦 (IRGACURE 819)、1-[4-(2-羥基乙氧基)苯基]-2-羥基-2-甲基-1-丙-1-酮 (IRGACURE 2959)、2-苄基-2-二甲基胺基-1-(4-嗎啉基苯基)丁酮 (IRGACURE 369)、2-甲基-1-[4-(甲硫基)苯基]-2-嗎啉基丙-1-酮 (IRGACURE 907)、及 2-羥基-2-甲基-1-苯基丙-1-酮 (DAROCUR 1173)。

【0107】 以反應混合物中可聚合材料之總重量計，光起始劑通常以在 0.01 至 5 重量百分比之範圍內、在 0.01 至 3 重量百分比之範圍內、在 0.01 至 1 重量百分比之範圍內、或 0.01 至 0.5 重量百分比的量存在。

【0108】 支柱可為單塊支柱或複合物支柱。複合物支柱可包含高壓縮強度燒結陶瓷芯及一或多個功能性層。或者，複合物支柱可包含熱穩定有機、無機、或混合聚合黏合劑及無機奈米粒子填料。

【0109】 支柱主體可藉由模製程序製造。主體之形狀係由所使用之模穴來界定。模穴大致上具有對應於所欲支柱主體形狀之相反形狀及所欲支柱主體形狀之尺寸。所欲倒角邊緣或圓化邊緣可包括在模穴（倒角邊緣相反形狀或圓化邊緣相反形狀）中，以使得當主體形成

時，該倒角邊緣或該圓化邊緣可一體地在該支柱主體中。若至少一通道或複數個結構被包括在支柱主體中，則其相反形狀可包括在模具之對應區中，且當主體形成時，該至少一通道或該複數個結構可在支柱主體中一體地形成。另外，複數個結構或至少一通道可藉由使用紋理化襯墊覆蓋支柱主體模具開口而形成在主體表之一面上（通常是第二表面）。該紋理化襯墊與用以製作支柱主體之溶膠接觸，且在固化程序期間，將紋理化襯墊之紋理壓紋至支柱主體之表面中。紋理化襯墊應具有一形貌，該形貌係所欲支柱主體形貌（亦即該至少一通道或該複數個結構）之相反形貌。

【0110】 單塊支柱主體可經由連續及不連續程序製作。一種這類程序係溶膠凝膠程序。溶膠凝膠程序揭示於 2013 年 9 月 13 日申請之標題為「VACUUM GLAZING PILLARS FOR INSULATED GLASS UNITS」之待審查的美國申請案第 14/025958 號及 2015 年 3 月 3 日申請之標題為「GEL COMPOSITIONS AND SINTERED ARTICLES PREPARED THEREFROM」之待審查的美國臨時申請案第 62/127569 號中，該等申請案以全文引用之方式併入本文。此程序涉及在連續帶上自反應混合物模製凝膠主體、乾燥、脫模、及燒結。此程序可得到具有一些不對稱性的主體。在製造期間與模具接觸的表面側可比與空氣介接的表面更光滑。此外，在乾燥期間樣本可略微翹曲或凹壓(cup)以形成具有凹空氣側及凸模具側的支柱。使用較高固體含量溶膠及較慢乾燥程序導致減小了因乾燥收縮之凹壓。材料及程序參數經最佳化以補償差異收縮以及保持支柱平坦。生產溶膠-凝膠支柱主體之最佳條

件可生產離散(discrete)支柱，該等支柱適用於真空絕緣鑲嵌玻璃中而無需進一步改質。

【0111】 涉及氣溶膠中間物之密緻化的經修改溶膠-凝膠程序已顯示在乾燥程序期間大幅改良保真度並最小化凹壓或失真。

【0112】 在一可選步驟中，可為所欲的是藉由浸漬程序引入改質添加劑。水溶性鹽可藉由浸漬引入至經煅燒(calcined)支柱主體之孔中。隨後支柱主體經再次預燒(prefire)。此種選項進一步描述於歐洲專利申請公開案第 293,163 號中。在大約 650 攝氏度下煅燒支柱主體，且隨後用以下濃度（呈氧化物之形式報告）之混合硝酸鹽溶液浸透：1.8%之 MgO 、 Y_2O_3 、 Nd_2O_3 及 La_2O_3 中之各者。移除過量硝酸鹽溶液且使經浸透的具有開口之支柱主體乾燥，之後在 650 攝氏度下再次煅燒支柱主體，且在大約 1400 攝氏度下燒結。煅燒及燒結兩者均使用旋轉管式窯爐(rotary tube kiln)進行。

【0113】 在一實施例中，一種製作一支柱主體之方法包括(a)提供具有一模穴之模具，其中該模穴具有對應於一倒角周邊邊緣及一圓化周邊邊緣中之至少一者之相反形狀，(b)將反應混合物定位於該模穴內，(c)聚合該反應混合物以形成經定形狀的凝膠主體，該經定形狀的凝膠主體與該模穴接觸，(d)自該模穴移除該經定形狀的凝膠主體，其中該經定形狀的凝膠主體保留與該模穴相同的大小及形狀，(e)藉由移除溶劑介質形成乾燥的經定形狀凝膠主體，(f)加熱該乾燥的經定形狀凝膠主體以形成一燒結主體。該燒結主體具有一形狀，該形狀與包括一倒角周邊邊緣及一圓化周邊邊緣中之至少一者之模穴相同，但其大

小可與收縮之量成比例地減小。反應混合物可如上文所述。模穴之尺寸可經調整以考慮到收縮。

【0114】 在一些實施例中，支柱主體可為聚合物複合物，包括黏合劑，亦即聚合物黏合劑。該黏合劑可基於熱穩定有機、無機、或混合聚合物。這些材料在暴露至高達 350°C 之溫度後通常係尺寸上穩定的。較佳地，黏合劑材料具有低導熱率，其可減少自外窗戶窗格向內窗戶窗格之熱傳遞。

【0115】 熱穩定黏合劑包括但不限於以下中之至少一種：聚醯亞胺、聚醯胺、聚苯、聚苯氧化物、聚芳醯胺（例如，來自 Dupont 之 KEVLAR 產品）、聚砒、多硫化物、聚苯并咪唑、及聚碳酸酯。可使用之一種例示性黏合劑係 SABIC Innovative Plastics 製造之 ULTEM 產品（聚醚醯亞胺）。另一例示性黏合劑係醯亞胺延伸之雙馬來亞醯胺諸如 BMI-1700，可購自 Designer Molecules (San Diego, CA)，其可在低溫下熔融加工且隨後固化以形成交聯聚醯亞胺網狀物。

【0116】 聚合黏合劑可包括熱穩定無機、矽氧烷、或混合聚合物種。這些材料在暴露至高達 350°C 之溫度後通常係尺寸上穩定的。作為衍生自有機矽氧烷前驅物之縮合之化學鍵合網狀物的非晶質有機聚矽氧烷網狀物係適當的熱穩定聚合黏合劑之一實例。矽倍半氧烷或聚矽倍半氧烷係衍生自具有與三個橋聯氧原子配位之矽的基本分子單元。因為這個原因，矽倍半氧烷可形成廣泛多種複雜的三維形狀。可使用各種聚矽倍半氧烷，例如聚甲基矽倍半氧烷、聚辛基矽倍半氧烷、聚苯基矽倍半氧烷及聚乙基矽倍半氧烷。適當的特定聚矽倍半

氧烷包括但不限於來自 Hybrid Plastics (Hattiesburg, Mississippi)的丙烯酸酯聚寡聚矽倍半氧烷(acrylopolymers oligomeric silsesquioxane)，型錄編號 MA0736；來自 Techneglas (Columbus, Ohio)且以商標 GR653L、GR654L、及 GR650F 銷售的聚甲基矽倍半氧烷；來自 Techneglas (Columbus, Ohio)且以商標 GR950F 銷售的聚苯基矽倍半氧烷；及來自 Techneglas (Columbus, Ohio)且以商標 GR908F 銷售的聚甲基苯基矽倍半氧烷。

【0117】 聚合物黏合劑亦可包含其他烷氧基矽烷，諸如四烷氧基矽烷及烷基三烷氧基矽烷，其具有式： $(R')_x Si-(OR_2)_y$ ，其中 R' 可為烷基、烷芳基、芳烷基、芳基、醇基、聚乙二醇基、或聚醚基、或其組合或混合物； R_2 可為烷基、乙氧基、或甲氧基乙氧基、或其混合物，分別地， $x=0$ 至 3 且 $y=4$ 至 1，其條件係 $x+y=4$ 。可添加包括單烷氧基矽烷、二烷氧基矽烷、三烷氧基矽烷、及四烷氧基矽烷之一或多種烷氧基矽烷以控制有機矽氧烷網狀物之交聯密度並控制有機矽氧烷網狀物之物理性質，包括可撓性及黏附力之增進。此類烷氧基矽烷之實例包括但不限於四乙氧基矽烷、四甲氧基矽烷、甲基三乙氧基矽烷、及甲基三甲氧基矽烷。此類成分可以約 0 至 50 重量百分比之量存在。

【0118】 聚合物複合物包括奈米粒子。奈米粒子可包括二氧化矽、氧化鋯、氧化鈦、氧化鋁、黏土、金屬、或其他無機材料。奈米粒子之負載通常大於 50 vol%。

【0119】 基於奈米粒子填充聚合物之聚合物複合物支柱可藉由將糊膏澆注至模具中來形成，該模穴具有所欲支柱主體之相反形狀及對應尺寸。此類型的模具可稱為負型母版(negative master)。糊膏包含熱可固化或輻射可固化複合物黏合劑調配物及無機奈米粒子。糊膏可隨後使用適當形式的輻射固化，得到固體聚合物複合物支柱主體。當自模穴移除時，支柱主體具有形成其之模穴的相反形狀。複數個結構或至少一通道可藉由在模具對應於支柱主體之第一表面或第二表面之表面內包括該複數個結構或至少一通道之相反形狀來包括在該主體內。

【0120】 在一些實施例中，主體可在該主體之至少一部分上進一步包括一功能性層。功能性層或塗層可以層或包封塗層之形式圍繞支柱主體添加。功能性塗層已揭示於 2013 年 9 月 13 日申請之標題為「VACUUM GLAZING PILLARS FOR INSULATED GLASS UNITS」之待審查的美國申請案第 14/025958 號中，該申請案已以全文引用之方式併入本文。功能性層可包括一包含熱穩定聚合物之順應層、一包含無機奈米粒子之順應層、一鐵磁性層、一導電層、一靜電耗散層及一黏著劑中之至少一者；且可選地，其中該黏著劑包含一犧牲材料。

【0121】 順應平面化層係功能性層之一個實例，其可以層或包封塗層之形式圍繞支柱主體（例如燒結陶瓷支柱主體）塗佈，且係用於使主支柱主體表面中之一者或兩者平坦化及光滑化的熱穩定交聯奈米複合物。平面化層可亦允許支柱在製造絕緣玻璃單元期間的輕微壓縮，且因此在抽空以減小壓力或其他環境影響之後，減小玻璃裂紋成

形或傳播之可能性。平面化層包含有機、無機、或混合聚合黏合劑及可選的無機奈米粒子填料。

【0122】 聚合黏合劑可包括熱穩定有機聚合物種。這些材料在暴露至高達 350°C 之溫度後通常係尺寸上穩定的。較佳地，黏合劑材料具有低導熱率，其可減少自外窗戶窗格向內窗戶窗格之熱傳遞。熱穩定有機聚合組分可選自先前所述之熱穩定黏合劑，熱穩定無機、矽氧烷、或混合聚合物種。

【0123】 複合物支柱之平面化程序可藉由在支柱主體處於兩個平坦表面之間時，熱固化或輻射固化支柱主體之一個或兩個主表面上之平面化材料來進行。組成物可與複合物支柱之組成物相同。平面化層可具有黏著劑或潤滑劑特徵。

【0124】 順應黏著層包含熱敏感或輻射敏感矽倍半氧烷、光起始劑、及奈米粒子填料。材料可經光化學交聯，且隨後加熱以起始矽倍半氧烷之矽醇基之縮合，形成永久熱穩定材料。除了提供支柱與玻璃窗格中之一者之間的黏附力，黏著層可用於設置最終支柱高度並限定（最小化）支柱高度變化。

【0125】 定向層係支柱主體仍處於模具中時施加至其的材料。定向可在模具側或空氣側上。空氣側係當支柱處於模具中時的暴露表面。定向層之功能係在將支柱置放於一表面上時在物理上或化學上區分模具側及空氣側。定向層可為導電或靜電耗散定向層、鐵磁性定向層、離子定向層、疏水性定向層、或親水性定向層。

【0126】 玻璃料玻璃(frit glass)塗層係犧牲黏合劑中之低熔玻璃微粒子分散液，該犧牲黏合劑係均勻施加至支柱主體外部。在真空絕緣玻璃單元組裝程序期間，犧牲黏合劑經熱分解並且玻璃料玻璃流動以形成黏合至玻璃窗格中之一者或兩者之黏著劑。犧牲聚合物諸如，例如，硝化纖維素、乙基纖維素、聚碳酸伸烷基酯、[甲基]丙烯酸酯、及聚降莖烯可用作黏合劑。

【0127】 低 COF 層可為增進支柱主體與平坦表面（例如，真空絕緣玻璃單元中內玻璃表面中之一者）之間的滑動的熱穩定材料。該層可包含氟矽烷之單層、氟化奈米粒子填充聚醯亞胺（例如 Corin XLS(NeXolve (Huntsville, AL))、低表面能聚合物（例如，PVDF 或 PTFE）之薄塗層、類金剛石碳(DLC)層、或包含石墨之層狀層、或其他熱穩定潤滑劑材料。

【0128】 在另一實施例中，本揭露包括具有支柱之真空絕緣玻璃單元，其包含：一第一玻璃窗格；一第二玻璃窗格，其與該第一玻璃窗格相對且實質上共同延伸；一邊緣密封件，其介於該第一玻璃窗格與該第二玻璃窗格之間，在該第一玻璃窗格與該第二玻璃窗格之間具有一實質上真空間隙；及複數個根據先前所述支柱實施例中之任一實施例的支柱，其設置於該等第一玻璃窗格與第二玻璃窗格之間。支柱在 IGU 中之使用係所屬領域中已知的，且本揭露之支柱可使用習知技術納入 IGU 中。真空絕緣玻璃單元 400 顯示於圖 4A 及圖 4B 中。單元 400 包括由一真空間隙分離之兩個玻璃窗格 411 及 412。間隙中之

支柱 414 維持玻璃窗格 411 及 412 之分離，該等窗格藉由一邊緣密封件 413 氣密地密封在一起，該邊緣密封件可為低熔點玻璃料。

【0129】 本揭露之優選擇實施例(select embodiments)包括但不限於下列：

在第一實施例中，本揭露提供一種用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其包含：

一主體，其包含：

一第一表面及一相對第二表面；其中該第一表面包含：

複數個第一結構，各第一結構具有一第一結構基部及與該基部相對之一第一結構面部；

至少一第一空隙區，其介於該複數個第一結構之間；以及

一第一平台表面區，其位於該複數個第一結構之間，該第一平台表面區與該等第一結構基部互連；

至少一側壁；

一第一周邊邊緣，其鄰接該第一表面及該至少一側壁，及一第二周邊邊緣，其鄰接該第二表面及該至少一側壁；

至少一第一通道，其具有第一端部及第二端部以及近接該第一表面之一第一通道開口；

其中該第一通道經由其第一端部及第二端部中之至少一者而與局部環境流體連通；

其中該至少一第一空隙區與下列至少一者流體連通：在平行於該第一表面的一方向上與局部環境，及該至少一第一通道；

其中該複數個第一結構之高度係小於該第一通道之深度；以及
其中平行於該第一表面之該主體最大尺寸係介於約 10 微米與約 1000 微米之間。

【0130】 在第二實施例中，本揭露提供一種根據第一實施例之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中該複數個第一結構之該等第一結構面部之至少一部分包括微結構紋理，且該微結構紋理之高度係小於該複數個第一結構之該高度。

【0131】 在第三實施例中，本揭露提供一種根據第二實施例之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中該微結構紋理之該高度係介於約 5 nm 與約 5 微米之間。

【0132】 在第四實施例中，本揭露提供一種根據第一至第三實施例中任一實施例之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中該等支柱之壓縮強度係介於約 400 MPa 與約 50 GPa 之間。

【0133】 在第五實施例中，本揭露提供一種根據第一至第四實施例中任一實施例之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中該主體包含一連續無機基質。

【0134】 在第六實施例中，本揭露提供一種根據第五實施例之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中該連續無機材料包含一燒結陶瓷、玻璃料、玻璃珠或玻璃泡、金屬、及其組合。

【0135】 在第七實施例中，本揭露提供一種根據第六實施例之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中該燒結陶瓷包含氧化鋅、氧化鋁、二氧化矽、碳化矽及氮化矽中之至少一者。

【0136】 在第八實施例中，本揭露提供一種根據第六或第七實施例之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中該燒結陶瓷包含氧化鋅。

【0137】 在第九實施例中，本揭露提供一種根據第一至第八實施例中任一實施例之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中介於該側壁與該第一表面之間的拔模角係介於約 90 度與約 135 度之間。

【0138】 在第十實施例中，本揭露提供一種根據第一至第九實施例中任一實施例之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中介於該側壁與該第一表面之間的拔模角係介於約 90 度與 110 度之間。

【0139】 在第十一實施例中，本揭露提供一種根據第一至第十實施例中任一實施例之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中該主體進一步包含該主體之至少一部分上之一功能性層。

【0140】 在第十二實施例中，本揭露提供一種根據第十一實施例之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中該功能性層包含：一包含熱穩定聚合物之順應層、一包含無機奈米粒子之順應層、一鐵磁性層、一導電層、一靜電耗散層及一黏著劑中之至少一者；且可選地，其中該黏著劑包含一犧牲材料。

【0141】 在第十三實施例中，本揭露提供一種根據第一至第十二實施例中任一實施例之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中該至少一側壁包括介於 3 個與 30 個之間之側壁。

【0142】 在第十四實施例中，本揭露提供一種根據第一至第十三實施例中任一實施例之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中該至少一側壁包括介於 3 個與 12 個之間之側壁。

【0143】 在第十五實施例中，本揭露提供一種根據第一至第十四實施例中任一實施例之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中該第一周邊邊緣之至少一部分係一圓化周邊邊緣及一倒角周邊邊緣中之至少一者。

【0144】 在第十六實施例中，本揭露提供一種根據第一至第十五實施例中任一實施例之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中整個該第一周邊邊緣係一圓化周邊邊緣及一倒角周邊邊緣中之至少一者。

【0145】 在第十七實施例中，本揭露提供一種根據第一至第十六實施例中任一實施例之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中該第二周邊邊緣之至少一部分係一圓化周邊邊緣及一倒角周邊邊緣中之至少一者。

【0146】 在第十八實施例中，本揭露提供一種根據第一至第十七實施例中任一實施例之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中該第二周邊邊緣之至少一部分係一圓化周邊邊緣及一倒角周邊邊緣中之至少一者。

【0147】 在第十九實施例中，本揭露提供一種根據第一至第十八實施例中任一實施例之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中該主體係一精確形狀主體。

【0148】 在第二十實施例中，本揭露提供一種根據第一至第十九實施例中任一實施例之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中該第二表面包含：

複數個第二結構及至少一第二通道中之至少一者，該至少一第二通道具有第一端部及第二端部以及近接該第二表面之一第二通道開口，其中各第二結構具有一第二結構基部及與該基部相對之一第二結構面部、至少一介於該複數個第二結構之間的第二空隙區、位於該複數個第二結構之間的一第二平台表面區，該第二平台表面區與該等第二結構基部互連；

其中該第二通道經由其第一端部及第二端部中之至少一者而與局部環境流體連通；

其中該至少一第二空隙區與下列至少一者流體連通：在平行於該第一表面的一方向上與局部環境，及該至少一第二通道；以及其中該複數個第二結構之高度係小於該通道之深度。

【0149】 在第二十一實施例中，本揭露提供一種根據第二十實施例之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中該複數個第二結構之該等第二結構面部之至少一部分包括微結構紋理，且該微結構紋理之高度係小於該複數個第二結構之該高度。

【0150】 在第二十二實施例中，本揭露提供一種根據第二十一實施例之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中該微結構紋理之該高度係介於約 5 nm 與約 5 微米之間。

【0151】 在第二十三實施例中，本揭露提供一種根據第二十至第二十二實施例中任一實施例之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中介於該側壁與該第二表面之間的拔模角係介於約 90 度與約 135 度之間。

【0152】 在第二十四實施例中，本揭露提供一種根據第二十至第二十三實施例中任一實施例之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中介於該側壁與該第二表面之間的該拔模角係介於約 90 度與 110 度之間。

【0153】 在第二十五實施例中，本揭露提供一種根據第一至第二十四實施例中任一實施例之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中該支柱之形狀係圓柱形、橢圓柱形、多邊形稜柱、角錐體、截頭角錐體、立方形、圓錐形、截頭圓錐形、環狀及螺旋形中之一種。

【0154】 在第二十六實施例中，本揭露提供一種具有支柱之真空絕緣玻璃單元，其包含：

- 一第一玻璃窗格；
- 一第二玻璃窗格，其與該第一玻璃窗格相對且實質上共同延伸；
- 一邊緣密封件，其介於該第一玻璃窗格與該第二玻璃窗格之間，在該第一玻璃窗格與該第二玻璃窗格之間具有一實質上真空間隙；以及

複數個根據第一至第二十五實施例中任一實施例之支柱，該複數個支柱設置於該第一玻璃窗格與該第二玻璃窗格之間。

實例

【0155】 真空鑲嵌玻璃支柱物品係藉由使用溶膠澆注及模製方法利用有機燃盡及燒結程序來製備。所得構造提供具有減小之表面面積的支柱，如以下實例中所述。

【0156】 這些實例僅用於闡釋之目的，並非意圖限制隨附申請專利範圍之範疇。實例及說明書其餘部分中之所有份數、百分比、比率等皆依重量計，除非另有說明。所使用的溶劑及其他試劑係得自 Sigma-Aldrich Chemical Company, St. Louis, Missouri，除非另有說明。

材料：

材料或縮寫	說明
MEEAA	2-(2-(2-甲氧基乙氧基)乙氧基)乙酸，其得自 Aldrich Chemical Company, Milwaukee, WI, USA。
乙酸鋇	含有標稱 16.3 重量百分比鋇之乙酸鋇水溶液，其得自 Magnesium Elektron, Inc., Flemington, NJ, USA。將該水溶液在使用之前暴露至離子交換樹脂（以商標名稱「AMBERLYTE IR 120」得自 Rohm and Haas Company, Philadelphia, PA, USA）（氧化物含量 21.85 wt.%）。
乙酸釷	四水合乙酸釷(III)，其得自 AMR Technologies Inc., Toronto, Canada（氧化物含量 33.4 wt. %）。
DI 水	去離子水
IRGACURE 819	UV/可見光起始劑，以商標名稱「IRGACURE 819」購自 BASF Corporation Vandalia, IL, USA。
SR454	乙氧基化三羥甲丙烷三丙烯酸酯，以商標名稱「SR454」得自 Sartomer Company Inc., Exton, PA, USA。
二乙二醇單乙基醚	二乙二醇單乙基醚得自 Alfa Aesar, Ward Hill, MA, USA。
乙醇	KOPTEC 200 酒精度乙醇得自 DLI, King of Prussia, PA, USA。
丙烯酸	丙烯酸得自 Alfa Aesar, Ward Hill, MA, USA。
HEAA	N-(2-羥乙基)丙烯鹽胺得自 Tokyo Chemical Industry Co., LTD.Tokyo, Japan。

V-330	聚矽氧橡膠化合物，以 V-330 得自 Freeman Casting, Avon, OH
SILTASTIC M	RTV 聚矽氧橡膠基及固化劑，以「SILTASTIC M」得自 Dow Corning, Midland, MI。

溶膠批次製備程序

製備 ZrO_2 (88 mol %) / Y_2O_3 (12 mol %) 溶膠。

【0157】 溶膠組成物係以莫耳百分比無機氧化物之形式報告。以下熱液反應器係用於製備溶膠。熱液反應器係由 15 公尺之不銹鋼編結光滑軟管（內直徑 0.64 cm，壁厚 0.17 cm；以商標名稱「DUPONT T62 CHEMFLUOR PTFE」得自 Saint-Gobain Performance Plastics, Beaverton, MI）製成。將此管浸沒於加熱至所欲溫度之花生油浴中。繼該反應器管，將一圈額外之 3 公尺不銹鋼編結光滑軟管（「DUPONT T62 CHEMFLUOR PTFE」；0.64 cm I.D.，0.17 cm 厚壁）加 3 公尺之 0.64 cm 不銹鋼管（直徑 0.64 cm 且壁厚 0.089 cm）浸沒於冰水浴中以冷卻材料，且使用反壓調節器閥維持 3.45 MPa 出口壓力。

【0158】 前驅物溶液係藉由將乙酸鋯溶液（6,200 公克）與 DI 水（2074.26 公克）組合來製備。在攪拌的同時添加乙酸釷（992.62 公克）直至完全溶解。以重量分析法（120°C/hr.強制空氣烘箱(forced air oven)）所量測之所得溶液之固體含量係 22.30 wt.%。添加 D.I.水（2,289 公克）以將最終濃度調整至 19 wt.%。以 11.48 ml/min.之速率泵送所得溶液通過熱液反應器。溫度係 225°C 且平均滯留時間係 42 分鐘。獲得清透且穩定的氧化鋯溶膠。

溶膠濃縮

【0159】 所得溶膠經由超濾濃縮（35 至 45 wt.%固體）且使用膜筒（以商標名稱「M21S-100-01P」得自 Spectrum Laboratories Inc., Rancho Dominguez, CA）進一步透濾(diafiltered)。最終溶膠組成係 34.68 wt.%氧化物及 3.70 wt.%乙酸。

聚合物工具製備程序

【0160】 製造/提供具有所欲支柱形狀之母版工具。聚丙烯工具係產生自母版工具，將 0.0625 吋厚(0.159 cm)聚丙烯片材（可購自 McMaster Carr, Elmhurst, IL, USA）置於母版工具頂部上，且在 340°F(171°C)及 2000 psi 下使用 PHI 手壓機(PHI manual press)（型號 PW-220H，可購自 PHI, City of Industry, CA, USA）壓紋 2 分鐘。釋放壓力且將溫度降低至 75°C(24°C)並且將聚丙烯聚合物工具與母版工具分離。

【0161】 聚矽氧工具係藉由將聚矽氧樹脂直接澆注至母版工具上且使其固化而產生自母版工具。固化之後，將聚矽氧聚合物模具剝離母版工具。

實例 1-微模製結構化環形支柱

製備 ZrO_2 (97.7 mol %) / Y_2O_3 (2.3 mol %)溶膠

【0162】 以類似於上述溶膠批次製備程序之方式製備並加工前驅物溶液，惟溶膠組成物係 ZrO_2 (97.7 mol %) / Y_2O_3 (2.3 mol %) 溶膠。

溶膠濃縮

【0163】 在經由超濾、透濾及蒸餾中之一或多者之後，溶膠組成係 40.32 wt.% 氧化物及 4.00 wt.% 乙酸。

製備澆注溶膠

【0164】 將上文溶膠 (599.98 公克)、MEEAA (8.66 公克)、及二乙二醇單乙基醚 (129.34 公克) 加入至 1000 ml RB 燒瓶中。樣本重量經由旋轉蒸發而減小，得到濃縮溶膠 (392.94 公克，61.57 wt.% 氧化物)。將濃縮溶膠 (299.59 公克) 裝填至瓶中且與二乙二醇單乙基醚 (12.75 公克)、丙烯酸 (20.10 公克)、及乙氧基化季戊四醇三丙烯酸酯 (SR454) (34.90 公克) 組合。將 IRGACURE 819 (1.62 公克) 溶解於乙醇 (77.82 公克) 中且加入至溶膠。使溶膠通過 1 微米過濾器。

溶膠澆注

【0165】 將溶膠 (97.7 mol% ZrO_2 / 2.3 mol% Y_2O_3) 澆注至聚矽氧片材模具 (V-330，可購自 Freeman Casting, Avon, OH, USA)，該聚矽氧片材模具含有尺寸約 1200 微米寬乘 300 微米深之結構化環形結構。用雙面膠將該模具黏附至 2"×3" (5 × 7.5 cm) 玻璃板。使用吸量管

將溶膠溢塗(flood coat)至工具上。隨後將 PET 膜小心置於經填充工具上方以防止顯著的孔洞形成。隨後將 2"×3" (5 × 7.5 cm)玻璃板置於 PET 之頂部，藉由手施加壓力以移除過量溶膠並將構造夾在一起。使用 380 至 401 nm LED 光源 (CF2000 rev. 3.0，可購自 Clearstone Technologies Hopkins, MN, USA) 以 100%功率將溶膠固化 2 分鐘。經固化部分係藉由移除夾具、頂部玻璃板及 PET 膜並彎曲工具來自工具移除。使該等部分掉落至耐龍網篩上。這使該等環形支柱在室溫下所有側面相等地乾燥，乾燥歷時 16 小時。隨後將經乾燥環形乾凝膠如下燃盡及燒結：

有機燃盡及燒結程序

將支柱放置於氧化鋁坩堝中，隨後根據以下排程在空氣中燃燒：

- 1-以 60°C/hr 速率自 20°C 加熱至 500°C，
- 2-以 120°C/hr 速率自 500°C 加熱至 1320°C，
- 3-保持在 1320°C 歷時 2 小時，
- 4-以 600°C/hr 的速率自 1320°C 冷卻至 20°C，

【0166】 產生圖 5 及圖 6 中所示之結構化環形支柱。圖 5 係具有大約 370 微米之中心通孔的結構化環形支柱之 SEM 影像。圖 6 係具有大約 170 微米之中心通孔的結構化環形支柱之 SEM 影像。支柱亦包括複數個第一結構及一通道。

實例 2-具有表面微結構紋理之微模製結構化環形支柱

【0167】 溶膠製備程序係與實例 1 相同。

溶膠澆注

將溶膠(97.7 mol% ZrO_2 /2.3 mol% Y_2O_3)澆注至經電漿處理（在 500 瓦特下 800 sccm O_2 ，歷時 60 秒，隨後在 1500 瓦特下 800 sccm O_2 + 40 sccm 六甲基二矽氧，歷時 90 秒）之聚矽氧 V-330 片材模具中，該片材模具包含約 1200 微米寬乘 300 微米深之環形井。用雙面膠將該模具黏附至 2"×3" (5 × 7.5 cm)玻璃板。使用吸量管將溶膠溢塗 (flood coat)至工具上。隨後將 PET 膜小心置於經填充工具上方以防止顯著的孔洞形成。隨後將 2"×3" (5 × 7.5 cm)玻璃板置於 PET 之頂部，藉由手施加壓力以移除過量溶膠並將構造夾在一起。使用 380 至 401 nm LED 光源（CF2000 rev. 3.0，可購自 Clearstone Technologies Hopkins, MN, USA）以 100%功率將溶膠固化 2 分鐘。經固化部分係藉由移除夾具、頂部玻璃板及 PET 膜並彎曲工具來自工具移除。使該等部分掉落至耐龍網篩上。這使該等結構化且微結構化之環形支柱在室溫下所有側面相等地乾燥，乾燥歷時 16 小時。隨後將經乾燥的結構化且微結構化環形乾凝膠如下燃盡及燒結：

有機燃盡及燒結程序

將支柱放置於氧化鋁坩堝中，隨後根據以下排程在空氣中燃燒：

- 1-以 60°C/hr 速率自 20°C 加熱至 500°C，
- 2-以 120°C/hr 速率自 500°C 加熱至 1320°C，

3-保持在 1320°C 歷時 2 小時，

4-以 600°C/hr 的速率自 1320°C 冷卻至 20°C，

【0168】 產生圖 7a 及圖 7b 中所示之具有表面微結構紋理之結構化環形支柱。圖 7a 係具有表面微結構紋理之結構化環形支柱之 SEM 影像。圖 7b 係於結構化環形支柱之表面上的微結構紋理之較高放大率 SEM 影像。支柱亦包括複數個第一結構及一通道。

實例 3-於頂部表面及底部表面上具有結構之微模製環形支柱

【0169】 溶膠製備程序係與實例 1 相同。

溶膠澆注

【0170】 將溶膠(97.7 mol% ZrO_2 /2.3 mol% Y_2O_3)澆注至聚丙烯片材模具中，該片材模具含有尺寸約 1200 微米寬乘 300 微米深之結構化環形井。用雙面膠將該模具黏附至 2"×3" (5 × 7.5 cm)玻璃板。使用吸量管將溶膠溢塗(flood coat)至工具上。隨後將結構化 PET 膜（其具有國際專利申請案 WO2014/081693，樣本 507-1 圖 15 中所述的結構）以結構化側向下小心置於經填充工具上以防止顯著的空隙形成。隨後將 2"×3" (5 × 7.5 cm)玻璃板置於結構化 PET 膜之頂部，藉由手施加壓力以移除過量溶膠並將構造夾在一起。使用 380 - 401 nm LED 光源（CF2000 rev. 3.0，可購自 Clearstone Technologies Hopkins, MN, USA）以 100%功率將溶膠固化 2 分鐘。將經固化的結構化環形部件自工具移除。此係藉由移除玻璃蓋板及結構化 PET 膜並緊接著向

工具後部以 45%波幅施加音波棒(sonic wand)。使具有賦予在頂部表面及底部表面兩者上之結構的支柱自工具釋放並掉落至耐龍網篩上。這使得該等結構化環形支柱所有側面相等地乾燥。隨後將經乾燥結構化環形乾凝膠如下燃盡/預燒結：

有機燃盡及燒結程序

將支柱放置於氧化鋁坩堝中，隨後根據以下排程在空氣中燃燒：

- 1-以 60°C/hr 速率自 20°C 加熱至 500°C，
- 2-以 120°C/hr 速率自 500°C 加熱至 1320°C，
- 3-保持在 1320°C 歷時 2 小時，
- 4-以 600°C/hr 的速率自 1320°C 冷卻至 20°C，

【0171】 產生圖 8A 及圖 8B 中所示之在兩個表面上具有結構之環形支柱。圖 8A 係環形支柱之結構化頂部表面（第一表面）之 SEM 影像。圖 8B 係圖 8A 中所示之環形支柱之結構化底部表面（第二表面）之 SEM 影像。支柱亦包括複數個第一結構及一通道。

【符號說明】

【0172】 Cda...深度

【0173】 Cda'...深度

【0174】 Cdb...深度

【0175】 Cla...長度

【0176】 Cla'...長度

【0177】 Clb...長度

【0178】	Cwa...寬度
【0179】	Cwa'...寬度
【0180】	Cwb...寬度
【0181】	Dv...深度
【0182】	Ha...高度/第一結構高度
【0183】	Hb...高度
【0184】	Hc...倒角高度
【0185】	Hmsa...高度
【0186】	Hmsb...高度
【0187】	Hp...支柱高度
【0188】	Hr...半徑高度
【0189】	I...點
【0190】	La...長度
【0191】	Lb...長度
【0192】	Ld...尺寸
【0193】	P1...第一區
【0194】	P2...第二區
【0195】	R1...曲率半徑
【0196】	R2...曲率半徑
【0197】	Rc...平均曲率半徑
【0198】	Tw...尺寸
【0199】	Wa...寬度

【0200】	Wb...寬度
【0201】	YY'...線
【0202】	$\alpha 1$...第一拔模角
【0203】	$\alpha 2$...第二拔模角
【0204】	$\alpha 1'$...拔模角
【0205】	$\alpha 2'$...拔模角
【0206】	$\alpha 1''$...拔模角
【0207】	$\alpha 2''$...拔模角
【0208】	$\beta 1$...內角；角
【0209】	100...支柱
【0210】	101...主體
【0211】	110a...第一表面
【0212】	110b...第二表面
【0213】	120...側壁
【0214】	130...第一周邊邊緣/周邊邊緣
【0215】	140...第二周邊邊緣
【0216】	150a...第一結構
【0217】	151a...第一結構基部
【0218】	152a...第一結構面部
【0219】	160a...第一空隙區
【0220】	170a...第一平台表面區；平台區
【0221】	180a...第一通道

【0222】	181a...第一端部
【0223】	182a...第二端部
【0224】	200...支柱
【0225】	201...主體
【0226】	210a...第一表面
【0227】	210b...第二表面
【0228】	220...側壁
【0229】	230...第一周邊邊緣；周邊邊緣
【0230】	240...第二周邊邊緣
【0231】	250a...第一結構
【0232】	251a...第一結構基部
【0233】	252a...第一結構面部
【0234】	260a...第一空隙區
【0235】	270a...第一平台表面區
【0236】	280a...第一通道
【0237】	281a...第一端部
【0238】	282a...第二端部
【0239】	300...支柱
【0240】	301...主體
【0241】	310a...第一表面
【0242】	310b...第二表面
【0243】	320...側壁

- 【0244】 330...第一周邊邊緣
- 【0245】 340...第二周邊邊緣
- 【0246】 350a...第一結構
- 【0247】 350b...第二結構
- 【0248】 351a...第一結構基部
- 【0249】 351b...第二結構基部
- 【0250】 352a...第一結構面部
- 【0251】 352b...第二結構面部
- 【0252】 360a...第一空隙區
- 【0253】 360b...第二空隙區
- 【0254】 370a...第一平台表面區
- 【0255】 380a...第一通道
- 【0256】 380a'...第一通道
- 【0257】 380b...第二通道
- 【0258】 381a...第一端部
- 【0259】 381a'...第一端部
- 【0260】 381b...第一端部
- 【0261】 382a...第二端部
- 【0262】 382a'...第二端部
- 【0263】 382b...第二端部
- 【0264】 390a...第一微結構紋理
- 【0265】 390b...第二微結構紋理

- 【0266】 395...通孔
- 【0267】 400...真空絕緣玻璃單元
- 【0268】 411...玻璃窗格
- 【0269】 412...玻璃窗格
- 【0270】 413...邊緣密封件
- 【0271】 414...支柱

申請專利範圍

1. 一種用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其包含：
 - 一主體，其包含：
 - 一第一表面及一相對第二表面；其中該第一表面包含：
 - 複數個第一結構，各第一結構具有一第一結構基部及與該基部相對之一第一結構面部；
 - 至少一第一空隙區，其介於該複數個第一結構之間；以及
 - 一第一平台表面區，其位於該複數個第一結構之間，該第一平台表面區與該等第一結構基部互連；
 - 至少一側壁；
 - 一第一周邊邊緣，其鄰接該第一表面及該至少一側壁，及一第二周邊，其鄰接該第二表面及該至少一側壁；
 - 至少一第一通道，其具有第一端部及第二端部以及近接該第一表面之一第一通道開口；
 - 其中該第一通道經由其第一端部及第二端部中之至少一者而與局部環境流體連通；
 - 其中該至少一第一空隙區與下列至少一者流體連通：在平行於該第一表面的一方向上與局部環境，及該至少一第一通道；
 - 其中該複數個第一結構之高度係小於該第一通道之深度；以及
 - 其中平行於該第一表面之該主體最大尺寸係介於約10微米與約1000微米之間。
2. 如請求項1之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中該複數個第一結構之該等第一結構面部之至少一部分包括微結構紋理，且該微結構紋理之高度係小於該複數個第一結構之高度。
3. 如請求項2之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中該微結構紋理之

該高度係介於約5 nm與約5微米之間。

4. 如請求項1之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中該等支柱之壓縮強度係介於約400 MPa與約50 GPa之間。
5. 如請求項1之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中該主體包含一連續無機材料。
6. 如請求項1之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中該連續無機材料包含一燒結陶瓷、玻璃料(glass frit)、玻璃珠或玻璃泡、金屬、及其組合。
7. 如請求項6之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中該燒結陶瓷包含氧化鋇、氧化鋁、二氧化矽、碳化矽及氮化矽中之至少一者。
8. 如請求項7之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中該燒結陶瓷包含氧化鋇。
9. 如請求項1之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中介於該側壁與該第一表面之間的拔模角係介於約90度與約135度之間。
10. 如請求項1之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中介於該側壁與該第一表面之間的拔模角係介於約90度與110度之間。
11. 如請求項1之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中該主體進一步包含該主體之至少一部分上之一功能性層。
12. 如請求項11之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中該功能性層包含：一包含熱穩定聚合物之順應層、一包含無機奈米粒子之順應層、一鐵磁性層、一導電層、一靜電耗散層及一黏著劑中之至少一者；且可選地，其中該黏著劑包含一犧牲材料。
13. 如請求項1之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中該至少一側壁包括介於3個與30個之間之側壁。
14. 如請求項1之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中該至少一側壁包括介於3個與12個之間之側壁。

15. 如請求項1之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中該第一周邊邊緣之至少一部分係一圓化周邊邊緣及一倒角周邊邊緣中之至少一者。
16. 如請求項1之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中整個該第一周邊邊緣係一圓化周邊邊緣及一倒角周邊邊緣中之至少一者。
17. 如請求項1之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中該第二周邊邊緣之至少一部分係一圓化周邊邊緣及一倒角周邊邊緣中之至少一者。
18. 如請求項1之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中整個該第二周邊邊緣係一圓化周邊邊緣及一倒角周邊邊緣中之至少一者。
19. 如請求項1之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中該主體係一精確形狀主體。
20. 如請求項1之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中該第二表面包含：

複數個第二結構及至少一第二通道中之至少一者，該至少一第二通道具有第一端部及第二端部以及近接該第二表面之一第二通道開口，其中各第二結構具有一第二結構基部及與該基部相對之一第二結構面部、至少一介於該複數個第二結構之間的第二空隙區、位於該複數個第二結構之間的一第二平台表面區，該第二平台表面區與該等第二結構基部互連；

其中該第二通道經由其第一端部及第二端部中之至少一者而與局部環境流體連通；

其中該至少一第二空隙區與下列至少一者流體連通：在平行於該第一表面的一方向上與局部環境，及該至少一第二通道；以及

其中該複數個第二結構之高度係小於該通道之深度。

21. 如請求項20之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中該複數個第二結構之該等第二結構面部之至少一部分包括微結構紋理，且該微結構紋理之高度係小於該複數個第二結構之該高度。

22. 如請求項21之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中該微結構紋理之該高度係介於約5 nm與約5微米之間。
23. 如請求項20之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中介於該側壁與該第二表面之間的拔模角係介於約90度與約135度之間。
24. 如請求項20之用於一真空絕緣玻璃單元之支柱，其中介於該側壁與該第二表面之間的拔模角係介於約90度與110度之間。
25. 一種具有支柱之真空絕緣玻璃單元，其包含：
 - 一第一玻璃窗格；
 - 一第二玻璃窗格，其與該第一玻璃窗格相對且實質上共同延伸；
 - 一邊緣密封件，其介於該第一玻璃窗格與該第二玻璃窗格之間，在該第一玻璃窗格與該第二玻璃窗格之間具有一實質上真空間隙；
 - 以及
 - 複數個如請求項1之支柱，該複數個支柱介於該第一玻璃窗格與該第二玻璃窗格之間。

圖式

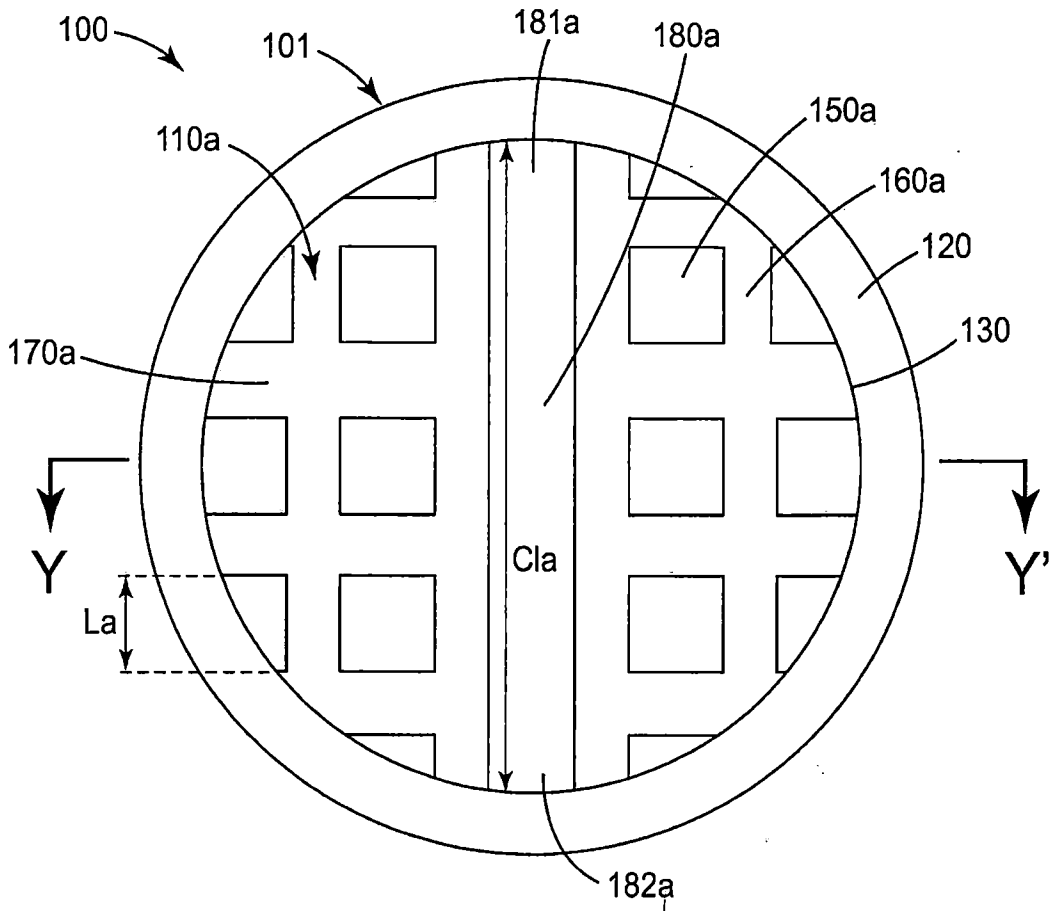


圖1A

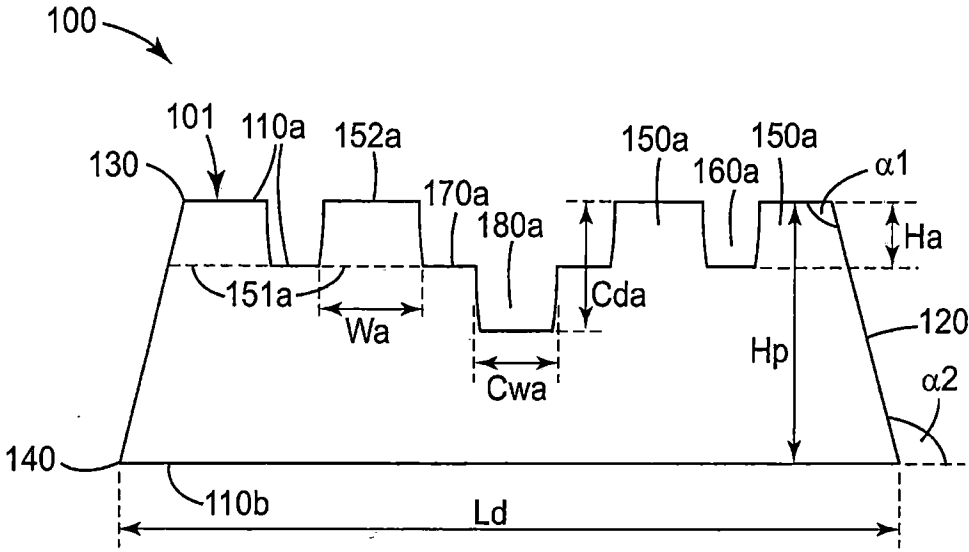


圖1B

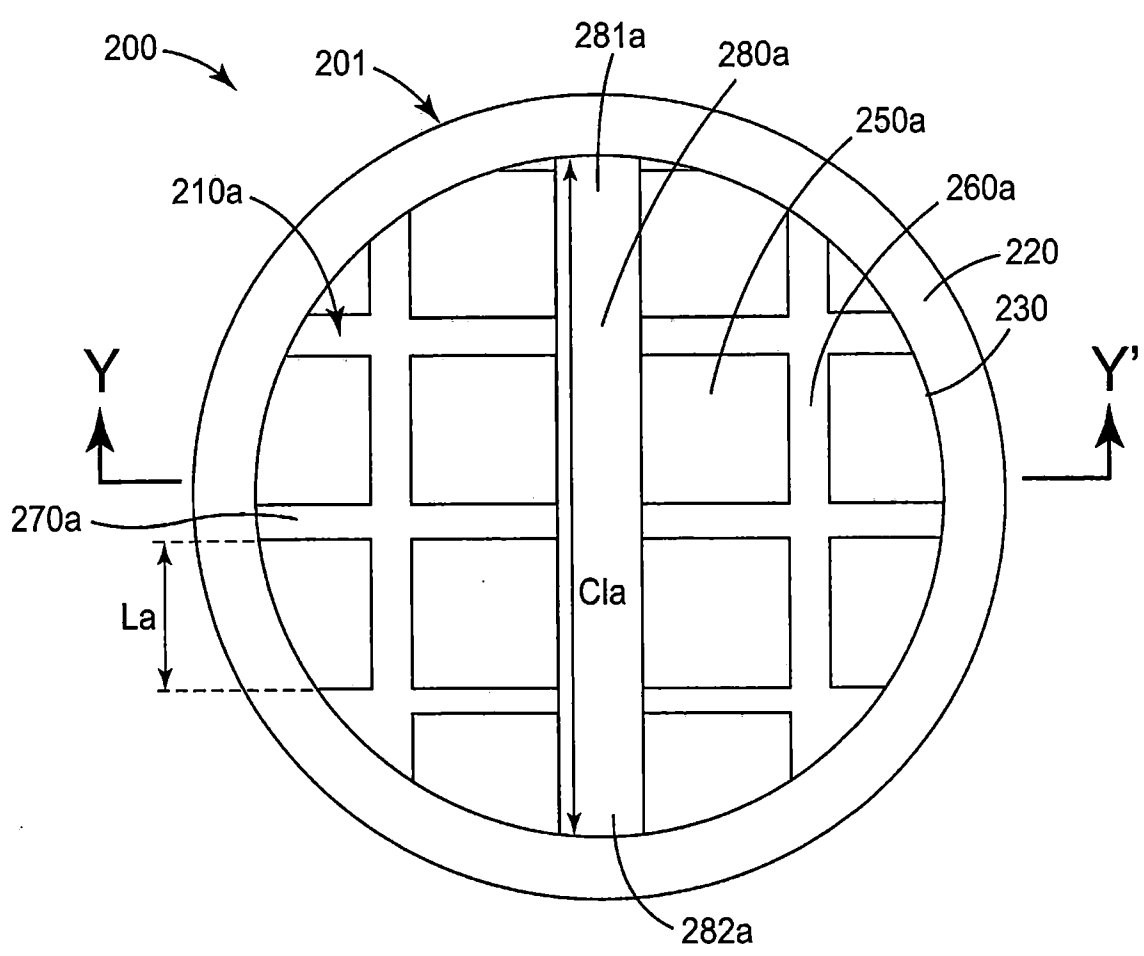


圖2A

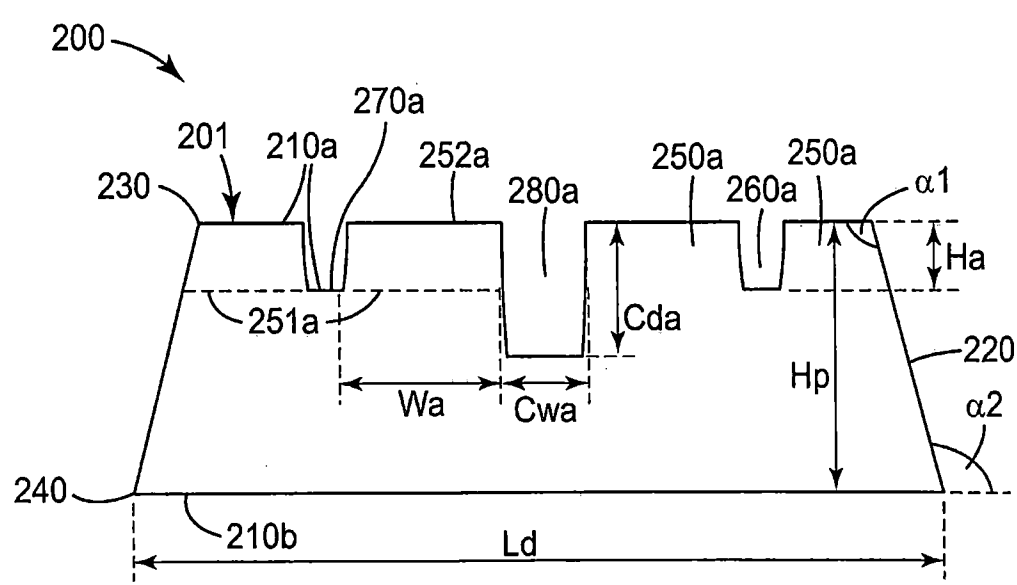


圖2B

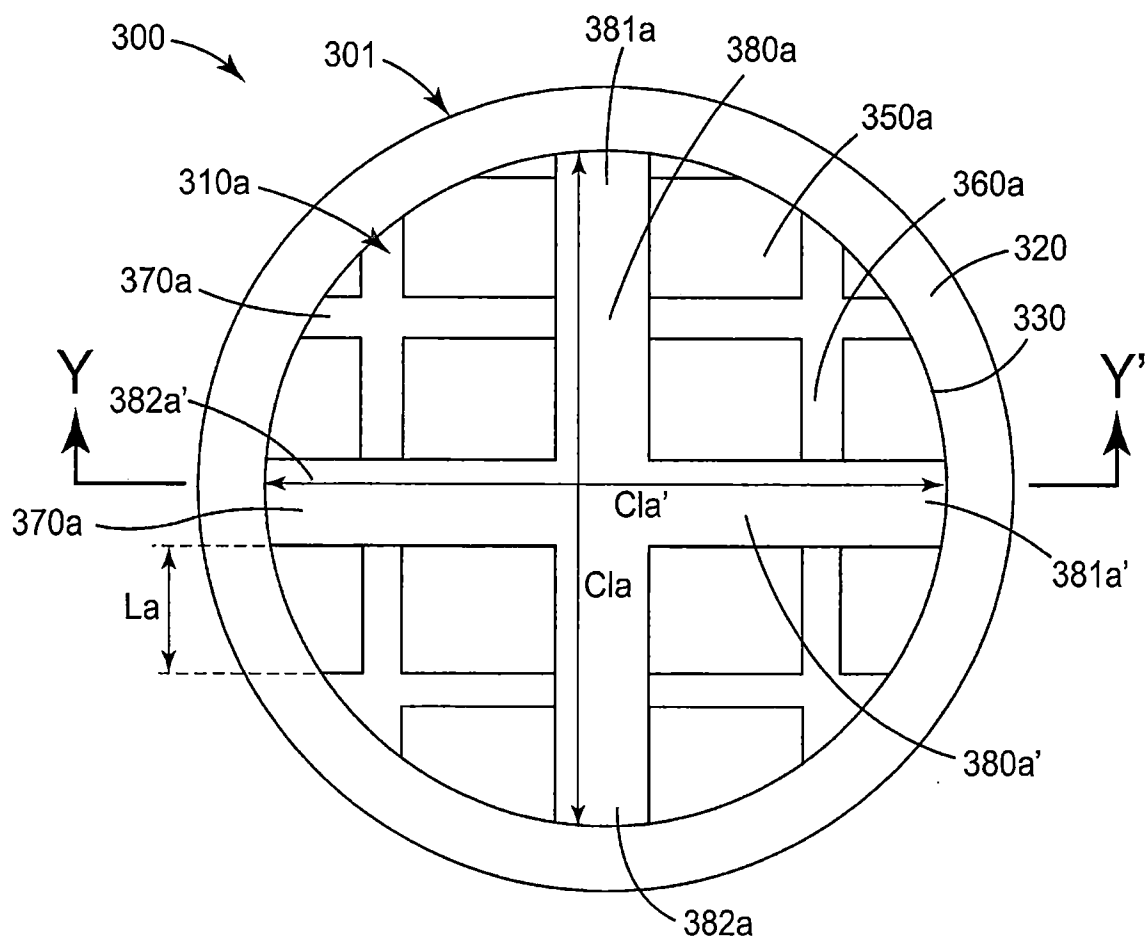


圖3A

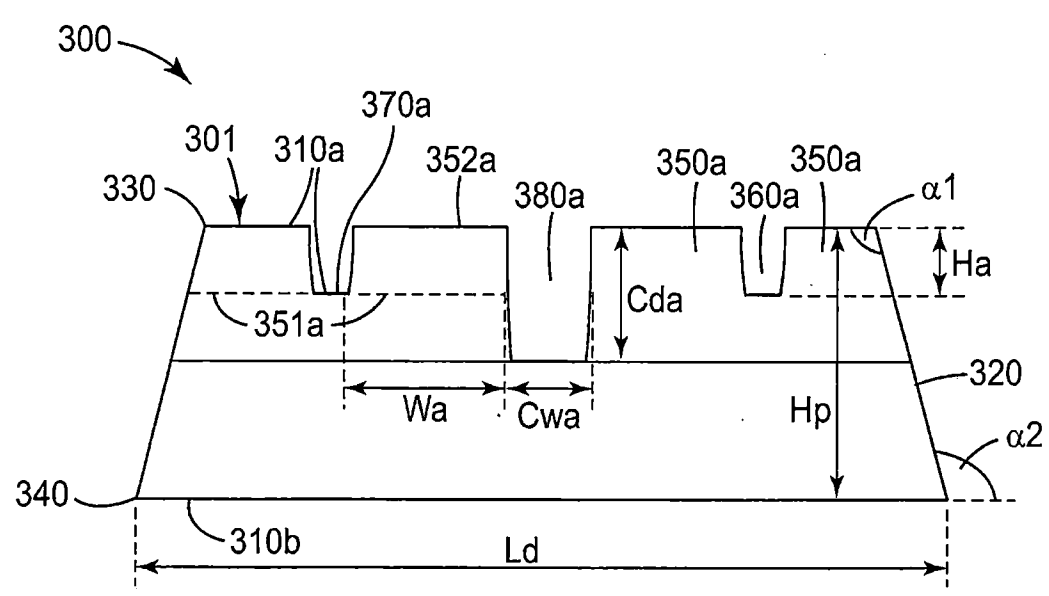


圖3B

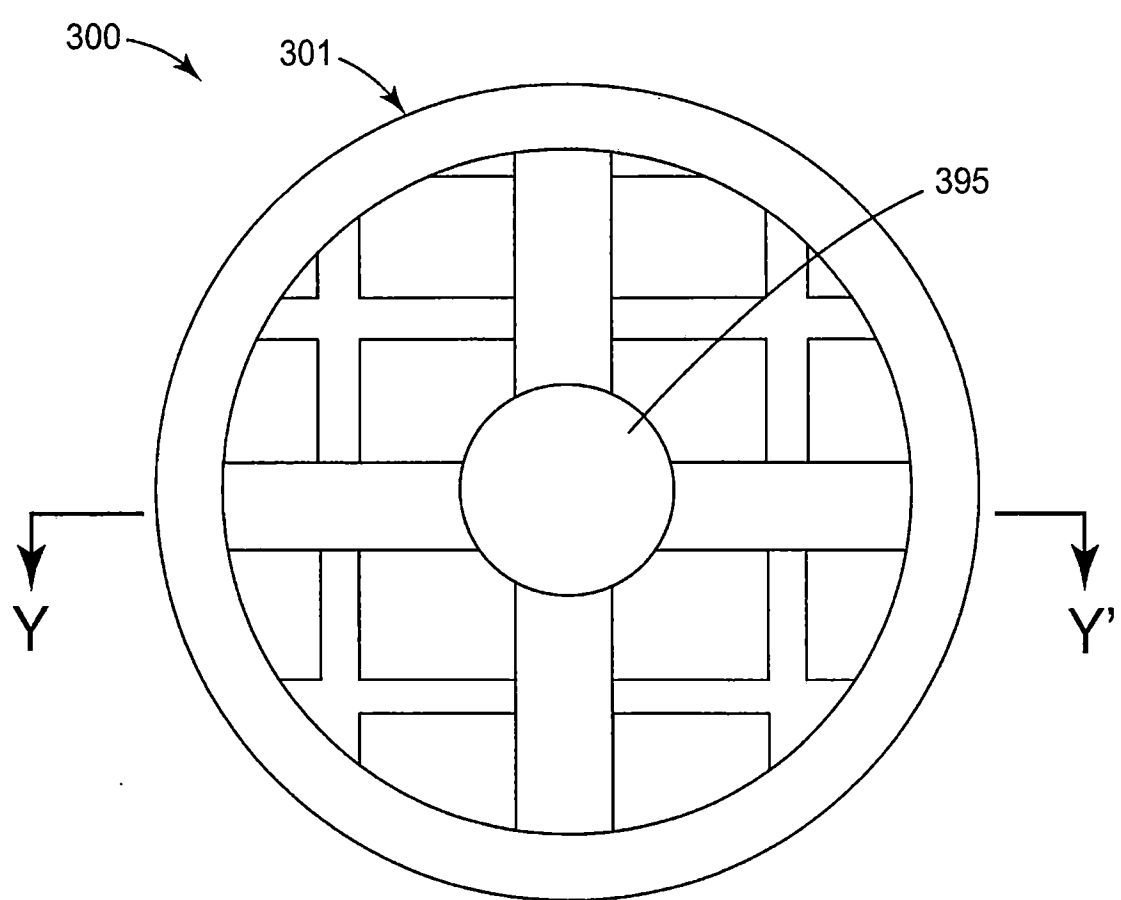


圖3C

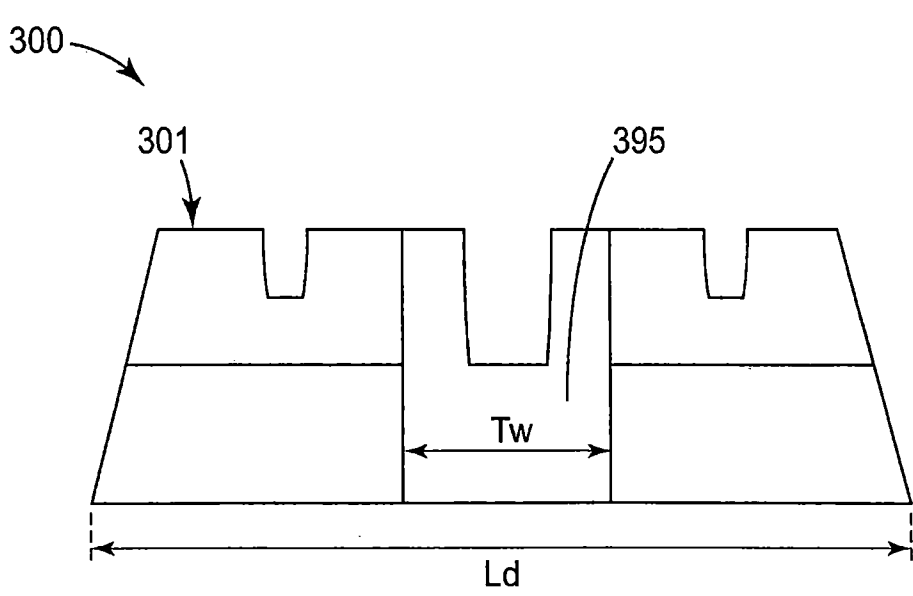


圖3D

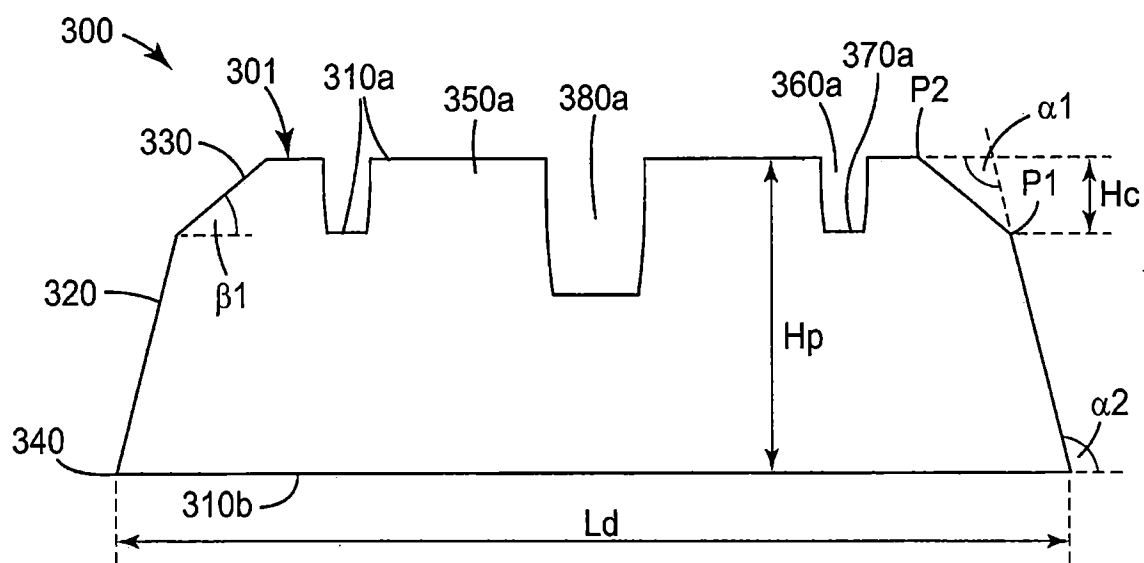


圖3F

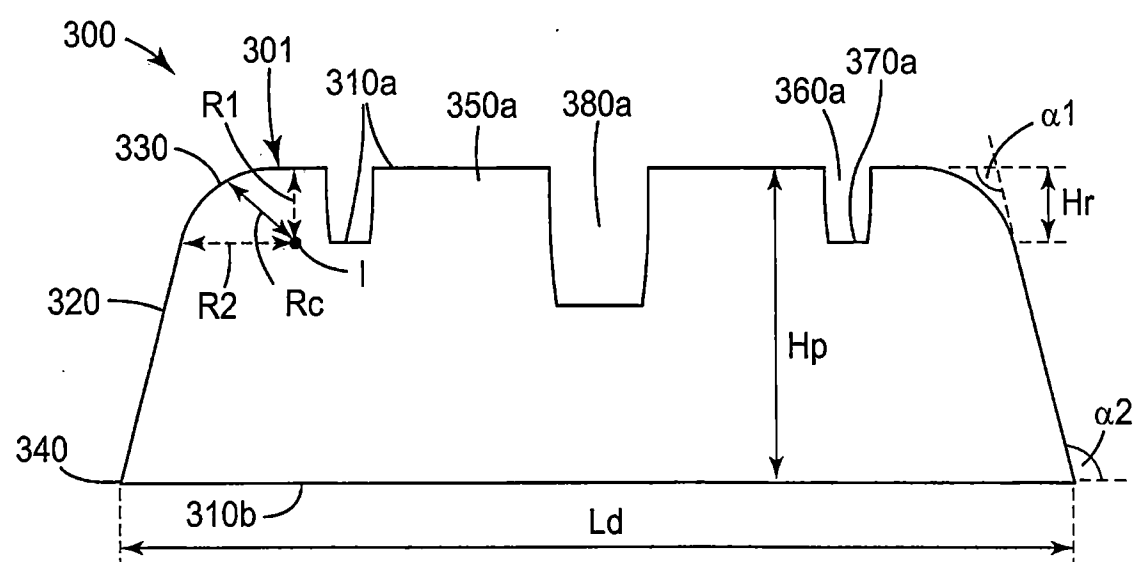


圖3G

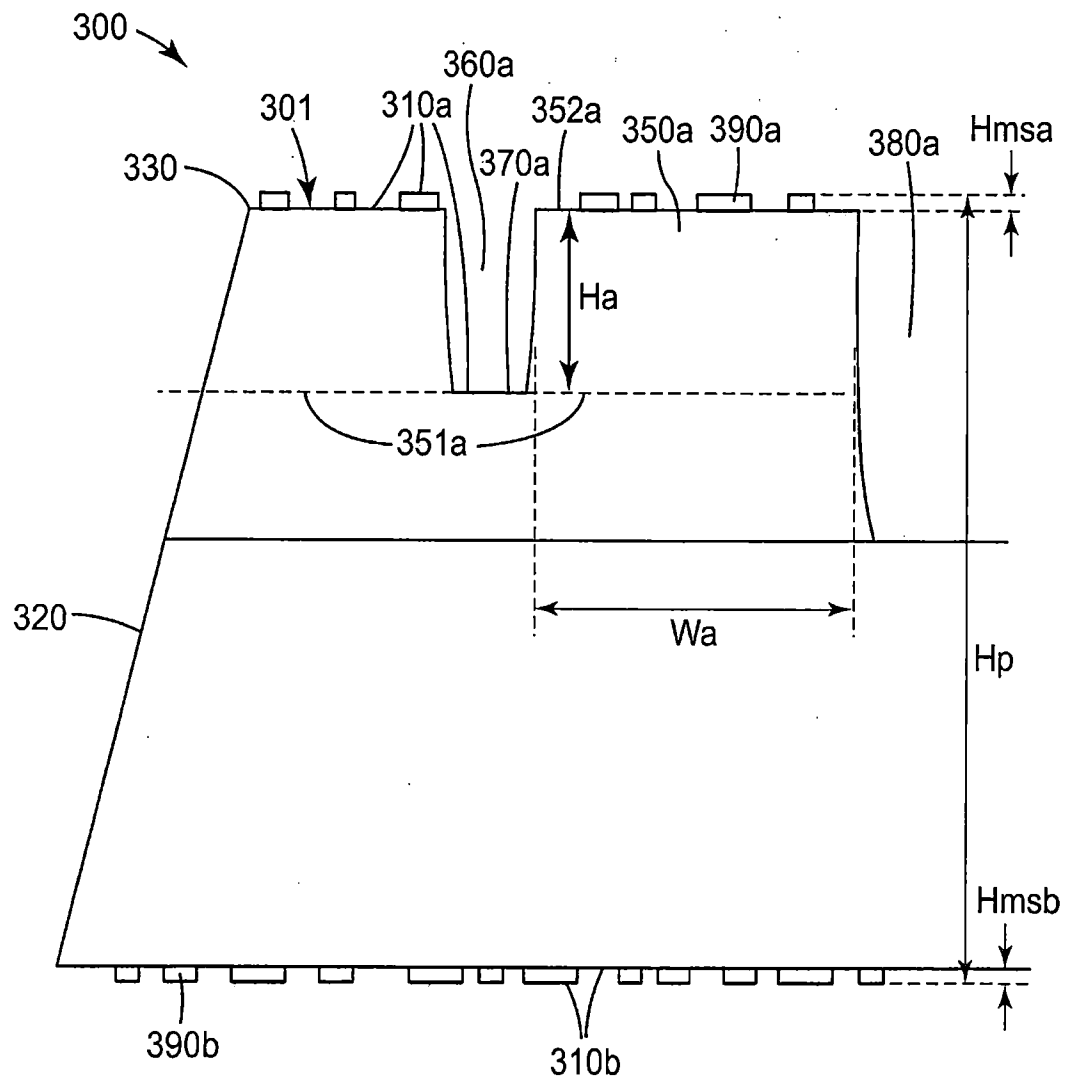


圖3H

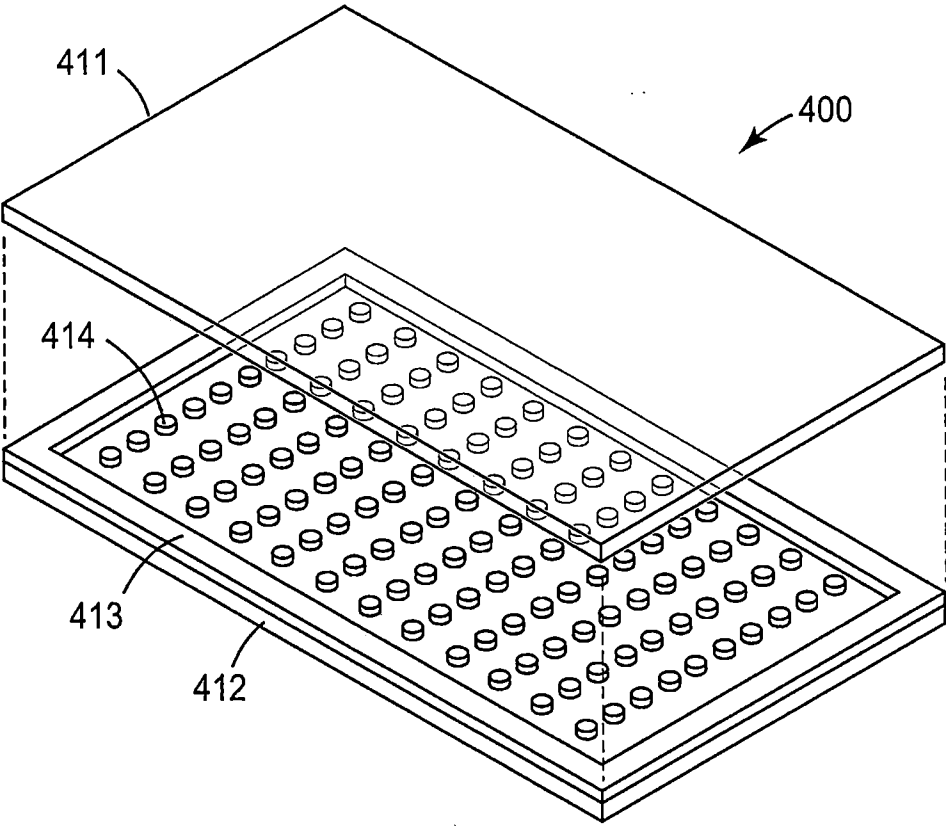


圖4A

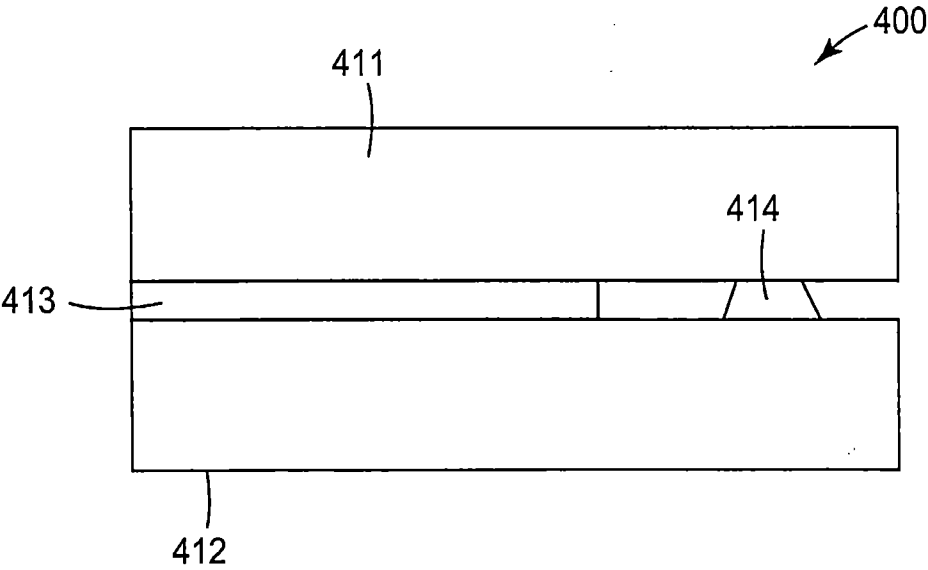


圖4B