



(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 201425254 A

(43)公開日：中華民國 103 (2014) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：102143458

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 11 月 28 日

(51)Int. Cl.：

C03C17/22 (2006.01)

C03C17/23 (2006.01)

C03C17/32 (2006.01)

C03C17/34 (2006.01)

C03C3/085 (2006.01)

(30)優先權：2012/11/30

美國

61/731,767

2013/02/28

美國

13/780,754

2013/06/07

美國

13/912,457

2013/11/08

美國

14/075,620

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

美國

(72)發明人：張德雷莎 CHANG, THERESA (US)；丹尼森保羅提芬 DANIELSON, PAUL STEPHEN (US)；德馬提諾史蒂芬愛德華 DEMARTINO, STEVEN EDWARD (US)；法德弗安德列吉納迪文契 FADEEV, ANDREI GENNADYEVICH (RU)；莫雷納羅伯特麥可 MORENA, ROBERT MICHAEL (US)；保爾珊東那 PAL, SANTONA (US)；皮那斯凱約翰史帝芬 PEANASKY, JOHN STEPHEN (US)；史喬特羅伯特安東尼 SCHAUT, ROBERT ANTHONY (US)；文卡塔拉曼納特桑 VENKATARAMAN, NATESAN (US)；維克里蘭羅那度陸斯 VERKLEERAN, RONALD LUCE (US)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：22 項 圖式數：57 共 218 頁

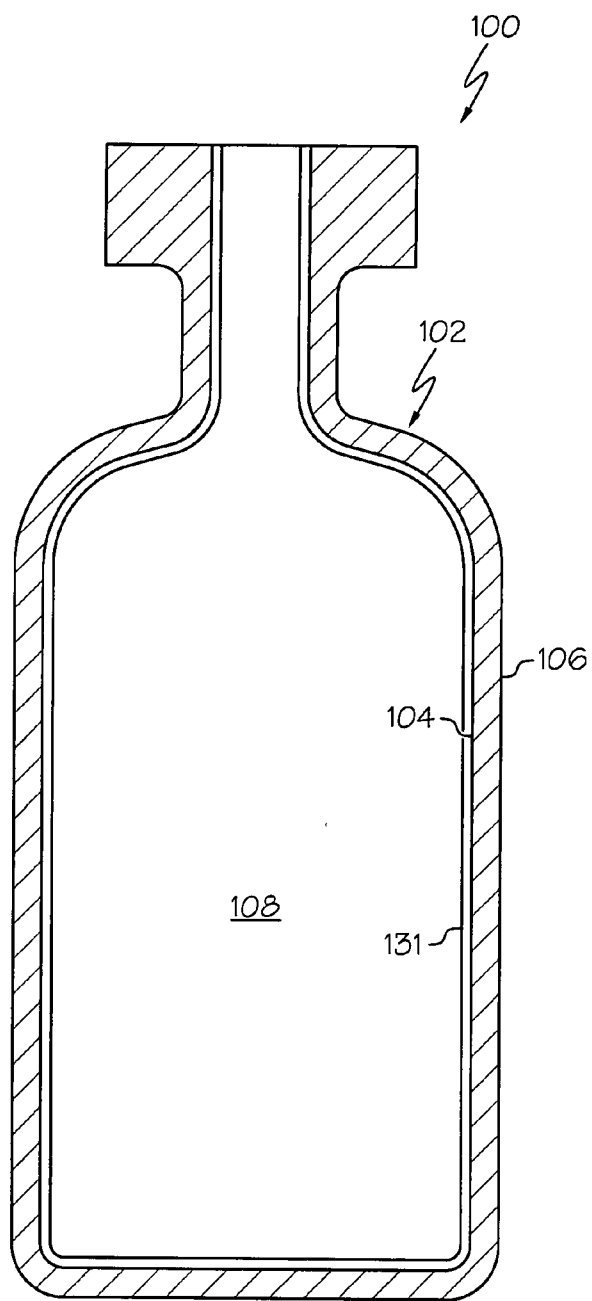
(54)名稱

具脫層抗性及經改善之損壞容忍度的玻璃容器

GLASS CONTAINERS WITH DELAMINATION RESISTANCE AND IMPROVED DAMAGE TOLERANCE

(57)摘要

本文中描述之玻璃容器具有至少兩個效能屬性，該至少兩個效能屬性係選自脫層抗性、經改善之強度及提高之抗損壞性。在一個實施例中，玻璃容器可包括主體，該主體具有內表面、外表面及壁厚度，該壁厚度在外表面與內表面之間延伸。至少主體之內表面可具有小於或等於 10 之脫層因數。韌性無機塗層可定位在主體之外表面之至少一部分周圍。主體之具有韌性無機塗層之外表面可具有小於或等於 0.7 之摩擦係數。



100：玻璃容器

102：主體

104：內表面

106：外表面

108：內部體積

131：障壁塗層

第5圖



(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 201425254 A

(43)公開日：中華民國 103 (2014) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：102143458

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 11 月 28 日

(51)Int. Cl.：

C03C17/22 (2006.01)

C03C17/23 (2006.01)

C03C17/32 (2006.01)

C03C17/34 (2006.01)

C03C3/085 (2006.01)

(30)優先權：2012/11/30 美國

61/731,767

2013/02/28 美國

13/780,754

2013/06/07 美國

13/912,457

2013/11/08 美國

14/075,620

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

美國

(72)發明人：張德雷莎 CHANG, THERESA (US)；丹尼森保羅提芬 DANIELSON, PAUL STEPHEN (US)；德馬提諾史蒂芬愛德華 DEMARTINO, STEVEN EDWARD (US)；法德弗安德列吉納迪文契 FADEEV, ANDREI GENNADYEVICH (RU)；莫雷納羅伯特麥可 MORENA, ROBERT MICHAEL (US)；保爾珊東那 PAL, SANTONA (US)；皮那斯凱約翰史帝芬 PEANASKY, JOHN STEPHEN (US)；史喬特羅伯特安東尼 SCHAUT, ROBERT ANTHONY (US)；文卡塔拉曼納特桑 VENKATARAMAN, NATESAN (US)；維克里蘭羅那度陸斯 VERKLEERAN, RONALD LUCE (US)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：22 項 圖式數：57 共 218 頁

(54)名稱

具脫層抗性及經改善之損壞容忍度的玻璃容器

GLASS CONTAINERS WITH DELAMINATION RESISTANCE AND IMPROVED DAMAGE TOLERANCE

(57)摘要

本文中描述之玻璃容器具有至少兩個效能屬性，該至少兩個效能屬性係選自脫層抗性、經改善之強度及提高之抗損壞性。在一個實施例中，玻璃容器可包括主體，該主體具有內表面、外表面及壁厚度，該壁厚度在外表面與內表面之間延伸。至少主體之內表面可具有小於或等於 10 之脫層因數。韌性無機塗層可定位在主體之外表面之至少一部分周圍。主體之具有韌性無機塗層之外表面可具有小於或等於 0.7 之摩擦係數。

發明摘要

※ 申請案號：102143458

※ 申請日：102 年 11 月 28 日

※IPC 分類：

C03C 17/32 (2006.01)
 17/33 (2006.01)
 17/32 (2006.01)
 17/34 (2006.01)
 3/085 (2006.01)

【發明名稱】（中文/英文）

具脫層抗性及經改善之損壞容忍度的玻璃容器

GLASS CONTAINERS WITH DELAMINATION
RESISTANCE AND IMPROVED DAMAGE TOLERANCE

【中文】

本文中描述之玻璃容器具有至少兩個效能屬性，該至少兩個效能屬性係選自脫層抗性、經改善之強度及提高之抗損壞性。在一個實施例中，玻璃容器可包括主體，該主體具有內表面、外表面及壁厚度，該壁厚度在外表面與內表面之間延伸。至少主體之內表面可具有小於或等於 10 之脫層因數。韌性無機塗層可定位在主體之外表面之至少一部分周圍。主體之具有韌性無機塗層之外表面可具有小於或等於 0.7 之摩擦係數。

【英文】

The glass containers described herein have at least two performance attributes selected from resistance to delamination, improved strength, and increased damage resistance. In one embodiment, a glass container may include a body having an inner surface, an outer surface

and a wall thickness extending between the outer surface and the inner surface. At least the inner surface of the body may have a delamination factor less than or equal to 10. A tenacious inorganic coating may be positioned around at least a portion of the outer surface of the body. The outer surface of the body with the tenacious inorganic coating may have a coefficient of friction less than or equal to 0.7.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（5）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

100 玻璃容器

102 主體

104 內表面

106 外表面

108 內部體積

131 障壁塗層

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

and a wall thickness extending between the outer surface and the inner surface. At least the inner surface of the body may have a delamination factor less than or equal to 10. A tenacious inorganic coating may be positioned around at least a portion of the outer surface of the body. The outer surface of the body with the tenacious inorganic coating may have a coefficient of friction less than or equal to 0.7.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（5）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

100 玻璃容器

102 主體

104 內表面

106 外表面

108 內部體積

131 障壁塗層

【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)

具脫層抗性及經改善之損壞容忍度的玻璃容器

GLASS CONTAINERS WITH DELAMINATION
RESISTANCE AND IMPROVED DAMAGE TOLERANCE

【相關申請案之交叉引用】

● **【0001】** 本說明書主張 2012 年 11 月 30 日申請且題為「“Glass Containers With Improved Attributes”」之美國臨時專利申請案第 61/731,767 號的優先權，該案全文以引用之方式併入本文中。本說明書亦主張 2013 年 6 月 7 日申請之題為「Delamination Resistant Glass Containers」之美國專利申請案第 13/912,457 號、2013 年 2 月 28 日申請之題為「Glass Articles With Low-Friction Coatings」之美國專利申請案第 13/780,754 號及 2013 年 11 月 8 日申請之題為「Glass Containers With Delamination Resistance And Improved Damage Tolerance」之美國專利申請案第 14/075,620 號的優先權，所有該等申請案以引用之方式併入本文中。

【技術領域】

【0002】 本說明書大體上係關於玻璃容器，且更具體言之，係關於用於儲存藥物配方之玻璃容器。

【先前技術】

【0003】 在歷史上，因為玻璃相對於其他材料之密封性、光學

透明度及極好化學耐久性，玻璃已用作封裝藥物之較佳材料。具體言之，用於藥物封裝之玻璃必須具有適當化學耐久性，以便不影響含在玻璃中之藥物配方的穩定性。具有適當化學耐久性之玻璃包括在具有經歷史證明之化學耐久性之 ASTM 標準「IA 型」及「IB 型」玻璃組成物內的彼等玻璃組成物。

【0004】雖然 IA 型及 IB 型玻璃組成物通常用於藥物封裝，但該等玻璃組成物具有許多缺點，該等缺點包括藥物封裝之內表面傾向於在暴露至藥物溶液後流出玻璃顆粒或「脫層」。

【0005】另外，在藥物封裝中使用玻璃亦可受玻璃之機械效能限制。具體言之，當封裝接觸到處理設備、搬運設備及/或其他封裝時，玻璃藥物封裝之製造及填充中使用之高處理速度可導致封裝表面上之機械損壞，諸如，磨損。該機械損壞明顯降低玻璃藥物封裝之強度，導致裂縫將出現在玻璃中之可能性增加，從而可能破壞含在封裝中之藥物的無菌度或導致封裝的完全破壞。

【0006】因此，需要展現出改善之脫層抗性、提高之強度及/或損壞容忍度中至少兩者的組合的用作藥物封裝之替代玻璃容器。

【發明內容】

【0007】根據第一實施例，玻璃容器可包括主體，該主體具有內表面、外表面及壁厚度，該壁厚度在外表面與內表面之間延伸。至少主體之內表面可具有小於或等於 10 之脫層因數。韌性無機塗層可定位在主體之外表面之至少一部分周圍。主

體之具有韌性無機塗層之外表面可具有小於或等於 0.7 之摩擦係數。

【0008】 在另一實施例中，玻璃容器可包括主體，該主體具有內表面、外表面及壁厚度，該壁厚度在外表面與內表面之間延伸。至少主體之內表面可具有小於或等於 10 之脫層因數。暫態塗層可定位在主體之外表面之至少一部分周圍。主體之具有暫態塗層之外表面可具有小於或等於 0.7 之摩擦係數。

【0009】 在另一實施例中，玻璃容器可包括主體，該主體具有內表面、外表面及壁厚度，該壁厚度在外表面與內表面之間延伸。至少主體之內表面具有小於或等於 10 之脫層因數。韌性有機塗層可定位在主體之外表面之至少一部分周圍。主體之具有韌性有機塗層之外表面可具有小於或等於 0.7 之摩擦係數。

【0010】 在另一實施例中，玻璃容器可包括主體，該主體具有內表面、外表面及壁厚度，該壁厚度在外表面與內表面之間延伸。主體可由根據 ASTM 標準 E438-92 之 I 型 B 級玻璃形成。障壁塗層可定位在主體之內表面上，以使得含在玻璃容器中之組成物不接觸主體之內表面。光滑塗層可定位在主體之外表面之至少一部分周圍。主體之具有光滑塗層之外表面可具有小於或等於 0.7 之摩擦係數。

【0011】 在另一實施例中，玻璃容器可包括主體，該主體具有內表面、外表面及壁厚度，該壁厚度自外表面延伸至內表面。主體根據 ISO 719 標準可具有至少 HGB2 或更佳之抗水解性。主體可由玻璃組成物形成，該玻璃組成物不含以下組成成

分：該等組成成分形成物種，該物種在對應於約 200 泊至約 100 千泊之範圍中的黏度之溫度下顯著揮發。光滑塗層可定位在主體之外表面之至少一部分周圍。主體之具有光滑塗層之外表面可具有小於或等於 0.7 之摩擦係數。

【0012】 在另一實施例中，玻璃容器可包括主體，該主體具有內表面、外表面及壁厚度，該壁厚度在外表面與內表面之間延伸。主體可由根據 ASTM 標準 E438-92 之 I 型 B 級玻璃形成。主體可在緩和在玻璃組成物中之揮發性物種的蒸發的處理條件下形成。光滑塗層可定位在主體之外表面之至少一部分周圍。主體之具有光滑塗層之外表面可具有小於或等於 0.7 之摩擦係數。

【0013】 將在隨後之詳細描述中闡述本文中所描述之玻璃容器之實施例之額外特徵及優點，並且對於熟習此項技術者而言，額外之特徵及優點將部分地自描述中顯而易見或藉由實踐本文（包括隨後的實施方式、申請專利範圍及隨附圖式）中所描述之實施例來認識到。

【0014】 應理解，前文一般描述及下文詳細描述兩者皆描述各種實施例，且前文一般描述及下文詳細描述意在提供用於理解所主張標的之性質與特性的概述或框架。包括隨附圖式以提供各種實施例之進一步理解，且隨附圖式併入本說明書中且構成本說明書的一部分。圖式圖示本文中所描述之各種實施例，並且圖式與描述一起用以解釋所主張標的的原理和操作。

【圖式簡單說明】

【0015】 第 1 圖示意性圖示根據本文中描述之一或多個實施例之玻璃容器的橫截面；

【0016】 第 2 圖示意性圖示第 1 圖之玻璃容器之一部分側壁中之壓縮應力層；

【0017】 第 3 圖示意性圖示由層合玻璃形成之玻璃容器之一部分側壁；

【0018】 第 4 圖示意性圖示用於測試玻璃容器之水平壓縮強度之水平壓縮裝置；

【0019】 第 5 圖示意性圖示根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例，具有定位在玻璃容器之內表面之至少一部分上的障壁塗層的玻璃容器；

【0020】 第 6 圖示意性圖示具有持久層均勻性之玻璃容器之一部分側壁；

【0021】 第 7 圖示意性圖示具有持久表面均勻性之玻璃容器之一部分側壁；

【0022】 第 8 圖示意性圖示具有定位在玻璃容器之外表面上之光滑塗層的玻璃容器；

【0023】 第 9 圖示意性圖示用於決定兩個玻璃容器之間的摩擦係數之測試架；

【0024】 第 10 圖示意性圖示用於評估塗覆至玻璃容器之塗層的熱穩定性之裝置；

【0025】 第 11 圖以圖表形式圖示根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例，用於在 400 nm 至 700 nm 之可見光譜中量測之經塗佈小瓶及未經塗佈小瓶之光透射率資料；

【0026】 第 12A 圖示意性圖示根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例之定位在玻璃容器的外表面上之韌性有機光滑塗層；

【0027】 第 12B 圖示意性圖示根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例之定位在玻璃容器的外表面上之韌性有機光滑塗層；

【0028】 第 13 圖示意性圖示可用於形成聚醯亞胺塗層之二胺單體的化學結構；

【0029】 第 14 圖示意性圖示可用於形成聚醯亞胺塗層之另一二胺單體的化學結構；

【0030】 第 15 圖示意性圖示可用作塗覆至玻璃容器之聚醯亞胺塗層之一些單體的化學結構；

【0031】 第 16 圖以圖表形式圖示組成物及溫度對 IB 型玻璃及無硼玻璃之揮發的影響；

【0032】 第 17 圖示意性圖示根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例之矽烷結合至基板的反應步驟；

【0033】 第 18 圖示意性圖示根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例之聚醯亞胺結合至矽烷的反應步驟；

【0034】 第 19 圖以圖表形式圖示根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例，小瓶之作爲水平壓縮測試中之施加負荷之函數的破壞概率；

【0035】 第 20 圖含有根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例，報告 IB 型玻璃小瓶及由參考玻璃組成物形成之小瓶之負荷及量測之摩擦係數的表，該等小瓶經離子交換且塗佈；

【0036】 第 21 圖以圖表形式圖示根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例，由參考玻璃組成物在原有狀態、在經離子交換狀態（未塗佈）、在經離子交換狀態（塗佈且磨損）、在經離子交換狀態（未塗佈但磨損）下形成之管及由 IB 型玻璃在原有狀態及經離子交換狀態下形成之管的作為四點彎曲中施加之應力之函數的破壞概率；

【0037】 第 22 圖示意性圖示根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例之用於 APS/Novastrat® 800 塗層的氣相層析-質譜儀輸出資料；

【0038】 第 23 圖以圖表形式圖示根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例之用於 DC806A 塗層的氣相層析-質譜儀輸出資料；

【0039】 第 24 圖為根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例，報告在凍幹狀態下測試之不同光滑塗層組成物的表；

【0040】 第 25 圖為根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例，報告在瓶對瓶架中測試之裸玻璃小瓶及具有矽氧樹脂塗層之小瓶的摩擦係數的圖表；

【0041】 第 26 圖為根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例，報告在瓶對瓶架中塗佈有 APS/PMDA-ODA（聚(4,4'-氧二亞苯基-苯均四醯亞胺)聚醯亞胺)塗層且在不同之施加負荷下多次磨損之小瓶的摩擦係數的圖表；

【0042】 第 27 圖為根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例，報告在瓶對瓶架中塗佈有 APS 塗層且在不同之施加負荷下多次磨損之小瓶的摩擦係數的圖表；

【0043】第 28 圖為根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例，報告瓶對瓶架中在小瓶暴露至 300℃ 達 12 小時後塗佈有 APS/PMDA-ODA（聚(4,4'-氧二亞苯基-苯均四醯亞胺)聚醯亞胺）塗層且在不同之施加負荷下多次磨損之小瓶的摩擦係數的圖表；

【0044】第 29 圖為根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例，報告瓶對瓶架中在小瓶暴露至 300℃ 達 12 小時後塗佈有 APS 塗層且在不同之施加負荷下多次磨損之小瓶的摩擦係數的圖表；

【0045】第 30 圖為根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例，報告瓶對瓶架中塗佈有 PMDA-ODA（聚(4,4'-氧二亞苯基-苯均四醯亞胺)聚醯亞胺）塗層且在不同之施加負荷下多次磨損之 IB 型小瓶的摩擦係數的圖表；

【0046】第 31 圖以圖表形式圖示根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例，APS/Novastrat® 800 塗佈小瓶在凍幹之前及之後的摩擦係數；

【0047】第 32 圖以圖表形式圖示根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例，APS/Novastrat® 800 塗佈小瓶在高壓滅菌之前及之後的摩擦係數；

【0048】第 33 圖以圖表形式圖示暴露至不同溫度條件之經塗佈玻璃容器及未經塗佈玻璃容器之摩擦係數；

【0049】第 34 圖以圖表形式圖示根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例，小瓶之作爲水平壓縮測試中之施加負荷之函數的破壞概率；

【0050】 第 35 圖為圖示摩擦係數隨著光滑塗層之偶合劑之組成物的變化之改變的表，該光滑塗層塗覆至本文所描述之玻璃容器；

【0051】 第 36 圖以圖表形式圖示經塗佈玻璃容器在去熱解之前及之後的摩擦係數、施加力及摩擦力；

【0052】 第 37 圖以圖表形式圖示根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例，經塗佈玻璃容器在去熱解之前及之後的摩擦係數、施加力及摩擦力；

【0053】 第 38 圖以圖表形式圖示根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例，小瓶之作爲水平壓縮測試中之施加負荷之函數的破壞概率；

【0054】 第 39 圖以圖表形式圖示根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例，經塗佈玻璃容器在去熱解之前及之後的摩擦係數、施加力及摩擦力；

【0055】 第 40 圖以圖表形式圖示針對不同去熱解條件之經塗佈玻璃容器之摩擦係數、施加力及摩擦力；

【0056】 第 41 圖以圖表形式圖示根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例，根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例，在改變熱處理時間之後的摩擦係數；

【0057】 第 42 圖以圖表形式圖示根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例，在 400 nm 至 700 nm 之可見光譜中量測之經塗佈小瓶及未經塗佈小瓶之光透射率資料；

【0058】 第 43 圖以圖表形式圖示根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例，經塗佈玻璃容器在去熱解之前及之後的摩

擦係數、施加力及摩擦力；

【0059】第 44 圖以圖表形式圖示根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例，小瓶之作爲水平壓縮測試中之施加負荷之函數的破壞概率；

【0060】第 45 圖爲根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例之塗層的顯微圖；

【0061】第 46 圖爲根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例之塗層的顯微圖；

【0062】第 47 圖爲根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例之塗層的顯微圖；

【0063】第 48 圖以圖表形式圖示比較實例之塗佈狀態小瓶之作爲施加刮痕的長度（ x 坐標）之函數的摩擦係數、刮痕深度、施加之法線力及摩擦力（ y 坐標）；

【0064】第 49 圖以圖表形式圖示比較實例之熱處理小瓶之作爲施加刮痕的長度（ x 坐標）之函數的摩擦係數、刮痕深度、施加之法線力及摩擦力（ y 坐標）；

【0065】第 50 圖以圖表形式圖示比較實例之塗佈狀態小瓶之作爲施加刮痕的長度（ x 坐標）之函數的摩擦係數、刮痕深度、施加之法線力及摩擦力（ y 坐標）；

【0066】第 51 圖以圖表形式圖示比較實例之熱處理小瓶之作爲施加刮痕的長度（ x 坐標）之函數的摩擦係數、刮痕深度、施加之法線力及摩擦力（ y 坐標）；

【0067】第 52 圖以圖表形式圖示在塗佈狀態條件下的具有助黏劑層之小瓶之作爲施加刮痕的長度（ x 坐標）之函數的摩擦

係數、刮痕深度、施加之法線力及摩擦力（y 坐標）；

【0068】 第 53 圖以圖表形式圖示在塗佈狀態條件下的具有助黏劑層之小瓶之作爲施加刮痕的長度（x 坐標）之函數的摩擦係數、刮痕深度、施加之法線力及摩擦力（y 坐標）；

【0069】 第 54 圖以圖表形式圖示在去熱解之後具有助黏劑層之小瓶之作爲施加刮痕的長度（x 坐標）之函數的摩擦係數、刮痕深度、施加之法線力及摩擦力（y 坐標）；

【0070】 第 55 圖以圖表形式圖示在去熱解之後具有助黏劑層之小瓶之作爲施加刮痕的長度（x 坐標）之函數的摩擦係數、刮痕深度、施加之法線力及摩擦力（y 坐標）；

【0071】 第 56 圖以圖表形式圖示根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例，具有助黏劑層之小瓶之作爲水平壓縮測試中的施加負荷之函數的破壞概率；及

【0072】 第 57 圖以圖表形式圖示根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例，具有助黏劑層之小瓶之作爲水平壓縮測試中的施加負荷之函數的破壞概率。

【實施方式】

【0073】 現在將詳細參看玻璃容器之實施例，在隨附圖式中圖示該等實施例的實例。在可能的情況下，將在整個圖式中使用相同元件符號指示相同或相似部分。本文中描述之玻璃容器具有至少兩個效能屬性，該至少兩個效能屬性係選自脫層抗性、經改善之強度及提高之抗損壞性。舉例而言，玻璃容器可具有脫層抗性與經改善之強度之組合、經改善之強度與提高之抗損壞性之組合或脫層抗性與提高之抗損壞性之組

合。在一個特定實施例中，玻璃容器可包括主體，該主體具有內表面、外表面及壁厚度，該壁厚度在外表面與內表面之間延伸。至少主體之內表面可具有小於或等於 10 之脫層因數。韌性無機塗層可定位在主體之外表面之至少一部分周圍。主體之具有韌性無機塗層之外表面可具有小於或等於 0.7 之摩擦係數。在本文中將具體參看附加圖式更詳細描述具有脫層抗性、經改善之強度及提高之抗損壞性的各種組合的玻璃容器。

【0074】 在本文中描述之玻璃組成物之實施例中，除非另外指明，組成成分（例如， SiO_2 、 Al_2O_3 、 B_2O_3 等）之濃度在氧化物基礎上以莫耳百分比（莫耳%）為單位指定。

【0075】 術語「實質上不含」在用於描述玻璃組成物中之特定組成成分之濃度及/或缺乏時意指組成成分並非有意添加至玻璃組成物。然而，玻璃組成物可含有量小於 0.1 莫耳%之作爲污染物或雜質的微量組成成分。

【0076】 如本文中所使用，術語「化學耐久性」係指玻璃組成物在暴露至指定化學條件時抵抗降解的能力。具體言之，本文中描述之玻璃組成物之化學耐久性可根據三個已建材料測試標準評估：日期爲 2001 年 3 月且題爲「Testing of glass - Resistance to attack by a boiling aqueous solution of hydrochloric acid - Method of test and classification」之 DIN 12116、1991 年題爲「Glass -- Resistance to attack by a boiling aqueous solution of mixed alkali -- Method of test and classification」之 ISO 695、1985 年題爲「Glass -- Hydrolytic

resistance of glass grains at 121 degrees C -- Method of test and classification」之 ISO 720 及 1985 年之「Glass -- Hydrolytic resistance of glass grains at 98 degrees C -- Method of test and classification」之 ISO 719。本文中進一步詳細描述每一標準及每一標準內之等級。或者，玻璃組成物之化學耐久性可根據題為「Surface Glass Test」之 USP <660>及/或題為「Glass Containers For Pharmaceutical Use」之評估玻璃表面之耐久性之歐洲藥典 3.2.1 評估。

【0077】如本文中所使用，術語「應變點」及「 $T_{\text{應變}}$ 」係指玻璃黏度為 3×10^{14} 泊之溫度。

【0078】如本文中所使用，術語「軟化點」係指玻璃組成物之黏度為 $1 \times 10^{7.6}$ 泊之溫度。

【0079】用於儲存藥物及/或其他消費產品之習知玻璃容器在填充、封裝及/或運送期間可經受損壞。該損壞可為表面刮傷、磨損及/或刮痕之形式，當足夠深時，該損壞可導致玻璃容器之貫穿性裂縫或甚至完全破壞，從而破壞玻璃封裝之內容物。

【0080】另外，一些習知玻璃容器可能易脫層，特別是在玻璃容器由鹼金屬硼矽酸鹽玻璃形成時。脫層係指玻璃顆粒在一系列浸漬、腐蝕及/或風化反應後自玻璃表面釋放的現象。大體而言，玻璃顆粒為玻璃之富二氧化矽薄片，該等薄片源於封裝之內表面，是由於將改質劑離子浸漬至含在封裝內之溶液中。該等薄片通常可為約 1 nm 至約 2 微米 (μm) 厚及大於約 50 μm 寬。由於該等薄片主要包含二氧化矽，故薄片在自玻璃表面釋放後通常不會進一步降解。

【0081】 迄今為止，假設脫層係由於當玻璃暴露至用於將玻璃重新成形為容器形狀之高溫時，發生在鹼金屬硼矽酸鹽玻璃中之相分離。

【0082】 然而，現在咸信，富二氧化矽玻璃薄片自玻璃容器之內表面的脫層係由於緊接成形後玻璃容器的組成特徵。具體言之，鹼金屬硼矽酸鹽玻璃之高二氧化矽含量使得玻璃具有相對高之熔化溫度及成形溫度。然而，玻璃組成物中之鹼金屬成分及硼酸鹽組分在低得多的溫度下熔化及/或蒸發。詳言之，玻璃中之硼酸鹽物種為高揮發性的且在形成及重新成形玻璃所需之高溫下自玻璃表面蒸發。

【0083】 具體言之，玻璃原料在高溫下且在直接火焰中重新成形為玻璃容器。較高設備速度所需之高溫導致更多揮發性硼酸鹽物種自玻璃之部分表面蒸發。當該蒸發在玻璃容器之內部體積內發生時，揮發之硼酸鹽物種重新沉積在玻璃容器表面之其他區域中，從而導致玻璃容器表面中之組成不均勻性，特別是相對於玻璃容器之內部的近表面區域（亦即，玻璃容器之內表面處之或直接鄰近玻璃容器之內表面之彼等區域）。舉例而言，當封閉玻璃管之一個末端以形成容器之底部或底面時，硼酸鹽物種可自管之底部部分蒸發且重新沉積在管之其他位置。材料自容器之根部及底面部分之蒸發在容器之該等區域經受更全面的重新成形且因此暴露至最高溫度時特別明顯。作為結果，容器之暴露至較高溫度之區域可具有富二氧化矽表面。容器之易受硼沉積影響之其他區域可在表面處具有富硼層。易受硼沉積影響之區域可導致玻璃表面

上之硼結合，該等區域處於大於玻璃組成物之退火點但小於玻璃在重新成形期間經受之最高溫度的溫度下。含在容器中之溶液可自富硼層浸出硼。當富硼層自玻璃浸出時，高二氧化矽玻璃網路（凝膠）保持在水合作用期間膨脹且應變且最終自表面剝離。

【0084】本文中描述之玻璃容器緩和上述問題中之至少兩個問題。具體言之，玻璃容器具有至少兩個效能屬性，該至少兩個效能屬性係選自脫層抗性、經改善之強度及提高之抗損壞性。舉例而言，玻璃容器可具有脫層抗性與經改善之強度之組合、經改善之強度與提高之抗損壞性之組合或脫層抗性與提高之抗損壞性之組合。本文中將進一步詳細描述每一效能屬性及其用於實現效能屬性之方法。

【0085】現參看第 1 圖及第 2 圖，以橫截面示意性圖示用於儲存藥物配方之玻璃容器 100 的一個實施例。玻璃容器 100 大體上包含主體 102。主體 102 在內表面 104 與外表面 106 之間延伸且主體 102 大體上封閉內部體積 108。在第 1 圖中所示之玻璃容器 100 的實施例中，主體 102 大體上包含壁部分 110 及底面部分 112。壁部分 110 經由根部部分 114 過渡至底面部分 112。主體 102 具有在內表面 104 至外表面 106 之間延伸的壁厚度 T_w ，如第 1 圖中所示。

【0086】雖然第 1 圖中圖示玻璃容器 100 具有特定形狀形式（亦即，小瓶），但應理解，玻璃容器 100 可具有其他形狀形式，包括（但不限於）Vacutainers®、濾筒、注射器、安瓿、瓶、燒瓶、管形瓶、管、燒杯等。進一步，應理解，本文中

描述之玻璃容器可用於各種應用，包括（但不限於）用作藥物封裝、飲料容器等。

強度

【0087】 仍參看第 1 圖及第 2 圖，在本文中描述之一些實施例中，主體 102 包括壓縮應力層 202，該壓縮應力層 202 自至少主體 102 之外表面 106 延伸至壁厚度 T_w 中至距主體 102 之外表面 106 層深度 DOL。壓縮應力層 202 大體上提高玻璃容器 100 之強度且壓縮應力層 202 亦改善玻璃容器之損壞容忍度。具體言之，在沒有破壞之情況下，具有壓縮應力層 202 之玻璃容器相比於非強化玻璃容器大體上能夠經受較大表面損壞程度，諸如，刮痕、切屑等，原因在於壓縮應力層 202 緩和裂縫自壓縮應力層 202 中之表面損壞傳播。

【0088】 在本文中描述之實施例中，壓縮應力層之層深度可大於或等於約 $3\ \mu\text{m}$ 。在一些實施例中，層深度可大於 $10\ \mu\text{m}$ 或甚至大於 $20\ \mu\text{m}$ 。在一些實施例中，層深度可大於或等於約 $25\ \mu\text{m}$ 或甚至大於或等於約 $30\ \mu\text{m}$ 。舉例而言，在一些實施例中，層深度可大於或等於約 $25\ \mu\text{m}$ 且高達約 $150\ \mu\text{m}$ 。在一些其他實施例中，層深度可大於或等於約 $30\ \mu\text{m}$ 且小於或等於約 $150\ \mu\text{m}$ 。在其他實施例中，層深度可大於或等於約 $30\ \mu\text{m}$ 且小於或等於約 $80\ \mu\text{m}$ 。在一些其他實施例中，層深度可大於或等於約 $35\ \mu\text{m}$ 且小於或等於約 $50\ \mu\text{m}$ 。

【0089】 壓縮應力層 202 大體上具有大於或等於 $150\ \text{MPa}$ 之表面壓縮應力（亦即在外表面 106 處量測之壓縮應力）。在一些實施例中，表面壓縮應力可大於或等於 $200\ \text{MPa}$ 或甚至大

於或等於 250 MPa。在一些實施例中，表面壓縮應力可大於或等於 300 MPa 或甚至大於或等於 350 MPa。例如，在一些實施例中，表面壓縮應力可大於或等於約 300 MPa 且小於或等於約 750 MPa。在一些其他實施例中，表面壓縮應力可大於或等於約 400 MPa 且小於或等於約 700 MPa。在其他實施例中，表面壓縮應力可大於或等於約 500 MPa 且小於或等於約 650 MPa。離子交換玻璃物件中之應力可用 FSM（基本應力計，Fundamental Stress Meter）儀器量測。該儀器將光耦合至雙折射玻璃表面中且耦合出該玻璃表面。量測之雙折射率則經由材料常數、應力光學係數或應力光彈性係數（SOC 或 PEC）與應力相關。獲得兩個參數：最大表面壓縮應力（CS）及交換層深度（DOL）。或者，壓縮應力及層深度可使用折射近場應力量測技術量測。

【0090】雖然在本文中將壓縮應力層 202 圖示且描述為自外表面 106 延伸至主體 102 之厚度 T_w 中，但應理解，在一些實施例中，主體 102 可進一步包含第二壓縮應力層，該第二壓縮應力層自內表面 104 延伸至主體 102 之厚度 T_w 中。在該實施例中，第二壓縮應力層之層深度及表面壓縮應力可關於主體 102 之厚度 T_w 之中心線反映壓縮應力層 202 的彼等層深度及表面壓縮應力。

【0091】若干不同技術可用於在玻璃容器 100 之主體 102 中形成壓縮應力層 202。舉例而言，在主體 102 由離子交換玻璃形成之實施例中，壓縮應力層 202 可藉由離子交換形成於主體 102 中。在該等實施例中，壓縮應力層 202 藉由以下操作形

成：將玻璃容器置放於熔融鹽浴中，以促進熔融鹽中之相對大離子與玻璃中之相對較小離子的交換。若干不同交換反應可用於實現壓縮應力層 202。在一個實施例中，浴可含有熔融 KNO_3 鹽，而形成玻璃容器 100 之玻璃含有鋰離子及/或鈉離子。在該實施例中，浴中之鉀離子與玻璃中之相對較小的鋰離子及/或鈉離子交換，從而形成壓縮應力層 202。在另一實施例中，浴可含有 NaNO_3 鹽且形成玻璃容器 100 之玻璃含有鋰離子。在該實施例中，浴中之鈉離子與玻璃中之相對較小的鋰離子交換，從而形成壓縮應力層 202。

【0092】在一個特定實施例中，壓縮應力層 202 可藉由將玻璃容器浸沒在 100%之 KNO_3 熔融鹽浴中，或在替代案中，將玻璃容器浸沒在 KNO_3 與 NaNO_3 之混合物中而形成。舉例而言，在一個實施例中，熔融鹽浴可包括 KNO_3 與高達約 10%之 NaNO_3 。在該實施例中，形成容器之玻璃可包括鈉離子及/或鋰離子。熔融鹽浴之溫度可大於或等於 350°C 且小於或等於 500°C 。在一些實施例中，熔融鹽浴之溫度可大於或等於 400°C 且小於或等於 500°C 。在其他實施例中，熔融鹽浴之溫度可大於或等於 450°C 且小於或等於 475°C 。玻璃容器可保持在熔融鹽浴中達一時間週期，該時間週期足以促進鹽浴中之相對大離子與玻璃中之相對較小離子交換，且從而實現所需之表面壓縮應力及層深度。舉例而言，玻璃可保持在熔融鹽浴中達一段時間，該時間段大於或等於 0.05 小時至小於或等於約 20 小時，以便實現所需層深度及表面壓縮應力。在一些實施例中，玻璃容器可保持在熔融鹽浴中大於或等於 4 小時且小

於或等於約 12 小時。在其他實施例中，玻璃容器可保持在熔融鹽浴中大於或等於約 5 小時且小於或等於約 8 小時。在一個示例性實施例中，玻璃容器可在包含 100%之 KNO_3 之熔融鹽浴中於大於或等於約 400°C 且小於或等於約 500°C 之溫度下離子交換達大於或等於約 5 小時且小於或等於約 8 小時之時間週期。

【0093】通常，離子交換製程在大於 150°C 低於玻璃之應變點 ($T_{\text{應變}}$) 之溫度下執行，以便最小化歸因於高溫之應力鬆弛。然而，在一些實施例中，壓縮應力層 202 在於大於玻璃之應變點之溫度下的熔融鹽浴中形成。該類型之離子交換強化在本文中被稱為「高溫離子交換強化」。在高溫離子交換強化中，玻璃中之相對較小離子與來自熔融鹽浴之相對較大離子交換，如上所述。當在高於應變點之溫度下交換相對較小離子與相對較大離子時，釋放或「鬆弛」合應力。然而，用較大離子替代玻璃中之較小離子在玻璃中形成表面層，該表面層具有比玻璃之剩餘部分低之熱膨脹係數 (CTE)。當玻璃冷卻時，玻璃表面與玻璃之剩餘部分之間的 CTE 差形成壓縮應力層 202。該高溫離子交換技術尤其適用於強化玻璃物件，諸如，玻璃容器，該等玻璃物件具有複雜幾何形狀且該高溫離子交換技術通常相對於典型離子交換製程降低強化製程時間且亦使得較大層深度成為可能。

【0094】仍參看第 1 圖及第 2 圖，在替代實施例中，壓縮應力層 202 可藉由熱回火引入玻璃容器 100 之主體 102 中。壓縮應力層經由熱回火藉由加熱玻璃容器且相對於玻璃主要部分

差分地冷卻玻璃表面得以形成。具體言之，快速冷卻之玻璃具有比更慢冷卻之玻璃大的莫耳體積（或低密度）。因此，若玻璃表面有意快速冷卻，則玻璃表面將具有較大體積，且當熱必須經由表面逸出主要部分時，玻璃之內部（亦即，玻璃之外表面下方之剩餘部分）將必然以較慢速率冷卻。藉由自外表面 106 至主體 102 之壁厚度 T_w 形成莫耳體積（或熱歷程/密度）之連續梯度，產生具有拋物線應力分佈（亦即，壓縮應力隨距主體 102 之外表面 106 的距離增加而拋物線地降低）之壓縮應力層 202。熱回火製程大體上比離子交換製程更快且更便宜。然而，歸因於熱回火製程之表面壓縮應力大體上低於歸因於離子交換工藝之表面壓縮應力。在熱回火玻璃容器之實施例中，合成壓縮應力層自外表面 106 延伸至層深度 DOL，該 DOL 高達玻璃容器之壁厚度 T_w 之 22%。舉例而言，在一些實施例中，DOL 可為壁厚度 T_w 之約 5% 至約 22%，或甚至 DOL 可為壁厚度 T_w 之約 10% 至約 22%。

【0095】在典型熱回火製程中，玻璃容器 100 首先經加熱至玻璃容器 100 之軟化點，且此後，用流體（諸如，用氣噴嘴等）將主體 102 之外表面 106 快速冷卻至軟化點以下，以在主體 102 之外表面 106 與主體 102 之剩餘部分之間形成溫差，如上所述。主體之外表面 106 與剩餘部分之間的溫差產生壓縮應力層 202，該壓縮應力層 202 自外表面 106 延伸至主體 102 之壁厚度 T_w 中。例如，玻璃可最初經加熱至高於玻璃之軟化點的 50°C 至 150°C ，且此後藉由將流體引入玻璃中而快速冷卻至室溫。流體可包括（但不限於）空氣、油或油基流體。

【0096】 現參看第 1 圖至第 3 圖，在另一實施例中，玻璃容器 100 可由層合玻璃管形成，該層合玻璃管促進壓縮應力層 202 形成於至少主體 102 之外表面 106 中。層合玻璃大體上包含玻璃核心層 204 及至少一個玻璃包覆層 206a。在第 3 圖中所示之玻璃容器 100 之實施例中，層合玻璃包括一對玻璃包覆層 206a、206b。在該實施例中，玻璃核心層 204 大體上包含第一表面 205a 及與第一表面 205a 相對之第二表面 205b。第一玻璃包覆層 206a 融合至玻璃核心層 204 之第一表面 205a，且第二玻璃包覆層 206b 融合至玻璃核心層 204 之第二表面 205b。玻璃包覆層 206a、玻璃包覆層 206b 在沒有安置在玻璃核心層 204 與玻璃包覆層 206a、玻璃包覆層 206b 之間的任何額外材料（諸如，黏著劑、塗層等）的情況下融合至玻璃核心層 204。

【0097】 在第 3 圖中所示之實施例中，玻璃核心層 204 由具有平均核心熱膨脹係數 $CTE_{\text{核心}}$ 之第一玻璃組成物形成，且玻璃包覆層 206a、玻璃包覆層 206b 由具有平均熱膨脹係數 $CTE_{\text{包覆}}$ 之第二不同玻璃組成物形成。在本文中描述之實施例中， $CTE_{\text{核心}}$ 不等於 $CTE_{\text{包覆}}$ ，以使得壓縮應力層存在於核心層或包覆層中之至少一者中。在一些實施例中， $CTE_{\text{核心}}$ 大於 $CTE_{\text{包覆}}$ ，此情況導致玻璃包覆層 206a、玻璃包覆層 206b 在未經離子交換或熱回火的情況下經受壓縮應力。在一些其他實施例中，諸如，當層合玻璃包含單一核心層及單一包覆層時， $CTE_{\text{包覆}}$ 可大於 $CTE_{\text{核心}}$ ，此情況導致玻璃核心層在未經離子交換或熱回火的情況下經受壓縮應力。

【0098】形成玻璃容器之層合玻璃管可如美國專利第 4,023,953 號中所述得而形成，該案以引用之方式併入本文中。在實施例中，形成玻璃核心層 204 之玻璃由具有平均熱膨脹係數 $CTE_{\text{核心}}$ 之玻璃組成物形成，該 $CTE_{\text{核心}}$ 大於玻璃包覆層 206a、玻璃包覆層 206b 中之任一者之平均熱膨脹係數 $CTE_{\text{包覆}}$ 。當玻璃核心層 204 及玻璃包覆層 206a、玻璃包覆層 206b 冷卻時，玻璃核心層 204 及玻璃包覆層 206a、玻璃包覆層 206b 之平均熱膨脹係數之差導致壓縮應力層在玻璃包覆層 206a、玻璃包覆層 206b 中擴展。當層合玻璃用於形成容器時，該等壓縮應力層自玻璃容器 100 之外表面 106 延伸至壁厚度 T_w 中且形成玻璃容器之內表面 104 至壁厚度 T_w 中。在一些實施例中，壓縮應力層可自玻璃容器之主體之外表面延伸至壁厚度 T_w 中至層深度，該層深度為約 $1\ \mu\text{m}$ 至壁厚度 T_w 之約 90%。在一些其他實施例中，壓縮應力層可自玻璃容器之主體之外表面延伸至壁厚度 T_w 中至層深度，該層深度為約 $1\ \mu\text{m}$ 至壁厚度 T_w 之約 33%。在其他實施例中，壓縮應力層可自玻璃容器之主體之外表面延伸至壁厚度 T_w 中至層深度，該層深度為約 $1\ \mu\text{m}$ 至壁厚度 T_w 之約 10%。

【0099】在形成層合管之後，管可使用習知管轉換技術形成為容器形狀。

【0100】在玻璃容器由層合玻璃形成之一些實施例中，至少一個包覆層形成玻璃容器之主體之內表面，以使得至少一個玻璃包覆層直接接觸儲存於玻璃容器中之產品。在該等實施例中，至少一個包覆層可由抗脫層之玻璃組成物形成，如本

文中進一步詳細描述。因此，應理解，至少一個包覆層可具有小於或等於 10 之脫層因數，如本文中進一步詳細描述。

【0101】在另一替代實施例中，玻璃容器可藉由塗覆塗層至玻璃主體而強化。舉例而言，無機材料（諸如，二氧化鈦）塗層可藉由煙灰沉積製程或藉由氣相沉積製程塗覆至玻璃主體之外表面的至少一部分。二氧化鈦塗層具有比沉積有二氧化鈦之玻璃低的熱膨脹係數。當塗層及玻璃冷卻時，二氧化鈦比玻璃縮減更少，因此，玻璃主體之表面承受張力。在該等實施例中，應理解，表面壓縮應力及層深度自塗層表面，而非經塗佈之玻璃主體表面量測。雖然本文中已將無機塗層材料描述為包含二氧化鈦，但應理解，亦可考慮具有適合之低熱膨脹係數之其他無機塗層材料。在實施例中，無機塗層可具有相對於相同經塗佈容器小於 0.7 之摩擦係數。無機塗層亦可在大於或等於 250°C 之溫度下熱穩定，如本文中進一步描述。

【0102】在另一替代實施例中，玻璃主體可由具有高模數塗層之玻璃主體強化，該塗層具有等於或大於底層玻璃主體之熱膨脹係數。強化藉由彈性模數賦予抗損壞性之差實現，而熱膨脹之差賦予玻璃表面中之壓縮應力（平衡高模數塗層中之張力）。在該等實施例中，應理解，表面壓縮應力及層深度自塗層主體之表面，而非經塗佈玻璃主體之表面量測。高模數使得難以待引入刮痕及損壞，且底層壓縮層防止刮痕及缺陷傳播。證明該效應之示例性材料為 33 膨脹硼矽酸鹽玻璃上之藍寶石塗層或沉積在 51 膨脹硼矽酸鹽玻璃上之氧化鋯塗

層。

【0103】基於前述，應理解，在一些實施例中，玻璃容器可包括壓縮應力層，該壓縮應力層自至少主體之外表面延伸至玻璃容器之壁厚度中。壓縮應力層改善玻璃容器相對於不包括壓縮應力層之玻璃容器的機械強度。壓縮應力層亦改善玻璃容器之損壞容忍度，以使得在沒有破壞的情況下，玻璃容器相對於不包括壓縮應力層之玻璃容器能夠經受更大表面損壞（亦即，延伸至玻璃容器之更深壁厚度中之刮痕、切屑等）。進一步地，亦應理解，在該等實施例中，壓縮應力層可藉由離子交換、藉由熱回火、藉由用層合玻璃形成玻璃容器或藉由塗覆塗層至玻璃主體得以形成於玻璃容器中。在一些實施例中，壓縮應力層可藉由該等技術之組合形成。

脫層抗性

【0104】在一些實施例中，玻璃容器 100 亦可在長期暴露至儲存於容器中之某些化學組成物後抵脫層抗性。如上所述，在延長暴露至溶液之後，脫層可導致將富二氧化矽玻璃薄片釋放至含在玻璃容器內之溶液中。因此，在特定條件下暴露至溶液之後，脫層抗性可以存在於含在玻璃容器內的溶液中的玻璃顆粒的數目為特徵。為評估玻璃容器之長期脫層抗性，使用加速脫層測試。測試可對離子交換玻璃容器及非離子交換玻璃容器兩者執行。測試可由以下步驟組成：在室溫下沖洗玻璃容器 1 分鐘；及在約 320°C 下去熱解容器 1 小時。此後，20 mM 之甘氨酸與 pH 為 10 之水的溶液置放在玻璃容器中填充達 80%至 90%，封閉玻璃容器，且玻璃容器快速加熱至 100

℃ 且玻璃容器接著在 2 大氣壓力下以 1℃ /分鐘之升溫速率自 100℃ 加熱至 121℃。玻璃容器及溶液在該溫度下保持 60 分鐘、以 0.5℃ /分鐘之速率冷卻至室溫，且重複加熱循環及保持。玻璃容器隨後加熱至 50℃ 且保持十天或更多天用於高溫調節。加熱之後，玻璃容器自至少 18" 之距離下降至堅固表面（諸如，層合地磚底面）上以移除弱黏附至玻璃容器之內表面的任何薄片或顆粒。下降距離可適當縮放以防止較大尺寸之小瓶在衝擊時破裂。

【0105】此後，含在玻璃容器中之溶液經分析以決定每升溶液中存在之玻璃顆粒之數目。具體言之，來自玻璃容器之溶液直接傾倒至附接至真空吸引器之 Millipore Isopore Membrane 過濾器（保持在具有 #AP1002500 部分及 #M000025A0 部分之總成中的 Millipore #ATTP02500）之中心上，以在 10 秒至 15 秒內經由過濾器抽出 5 mL 溶液。此後，另一 5 mL 水用作清洗液以自過濾介質移除緩衝殘留物。顆粒薄片接著藉由差分干涉對比顯微學（DIC）以反射模式計數，如根據光顯微學及數位成像之基本原理之「Differential interference contrast (DIC) microscopy and modulation contrast microscopy」中所述（紐約，Wiley-Liss，第 153 頁至第 168 頁）。視域設置為約 1.5 mm×1.5 mm，且大於 50 μm 之顆粒經手動計數。在影像之間無重疊的情況下，以 3×3 型樣對每一過濾膜之中心進行 9 次此量測。若分析過濾介質之較大面積，則結果可經標準化成等效面積（亦即，20.25 mm²）。自光學顯微鏡收集之影像用影像分析程式（Media Cybernetic's ImagePro Plus6.1 版）

檢查以量測及計數存在之玻璃薄片的數目。此舉如下實現：加亮影像內之所有特徵，該等特徵藉由簡單灰度分段而顯得比背景**暗**；隨後量測所有加亮特徵之長度、寬度、面積及周長，該等特徵具有大於 25 微米之長度；隨後自資料移除任何明顯非玻璃顆粒；隨後將量測資料輸出至試算表中。隨後，抽取且量測長度大於 25 微米且比背景**亮**之所有特徵；量測具有大於 25 微米之長度之所有加亮特徵的長度、寬度、面積、周長及 X-Y 縱橫比；自資料移除任何明顯非玻璃顆粒；及量測資料經添加至試算表中之先前輸出之資料。試算表內之資料隨後以特徵長度分類且根據大小分成區間。報告之結果係針對長度大於 50 微米之特徵的。該等群組中之每一者隨後經計數，且計數經報告用於樣本中之每一者。

【0106】 測試最低 100 mL 之溶液。如此，來自複數個小容器之溶液可合併以使溶液之總量為 100 mL。對於具有大於 10 mL 之體積之容器，在相同處理條件下，針對由相同玻璃組成物形成之 10 個容器的試驗重複測試，且針對 10 個容器對顆粒計數之結果求平均以決定平均顆粒計數。或者，在小容器情況下，針對 10 個小瓶的試驗重複測試，該等小瓶中之每一者經分析，且對在多次試驗中之顆粒計數求平均以決定每試驗之平均顆粒計數。對多個容器之顆粒計數求平均解釋各個容器之脫層行為之潛在變化。表 1 概述用於測試之容器之樣本體積及數目的一些非限制性實例：

表 1：示例性測試試樣表

標 稱 小	小 瓶 最	每 小 瓶	試 驗 中	試 驗 數	測 試 之
-------	-------	-------	-------	-------	-------

瓶 容 量	大 體 積	之 最 小	小 瓶 數	目	總 溶 液
(mL)	(mL)	(mL)			(mL)
2.0	4.0	3.2	10	4	128
3.5	7.0	5.6	10	2	112
4.0	6.0	4.8	10	3	144
5.0	10.0	8.0	10	2	160
6.0	10.0	8.0	10	2	160
8.0	11.5	9.2	10	2	184
10.0	13.5	10.8	10	1	108
20.0	26.0	20.8	10	1	208
30.0	37.5	30.0	10	1	300
50.0	63.0	50.4	10	1	504

【0107】 應理解，上述測試用於識別歸因於脫層自玻璃容器之一或多個內壁流出之顆粒，且不識別由於成形製程而存在於容器中之雜質顆粒或由於溶液與玻璃之間的反應自封閉在玻璃容器中之溶液沉澱出的顆粒。具體言之，基於顆粒之縱橫比（亦即，顆粒之最大長度與顆粒之厚度之比，或最大尺寸與最小尺寸之比），脫層顆粒可不同於雜質玻璃顆粒。脫層產生顆粒薄片或片晶，該等顆粒薄片或片晶為不規則形狀且通常具有大於約 50 μm 但常常大於約 200 μm 之最大長度。薄片之厚度通常大於約 100 nm 且可大到約 1 μm 。因此，薄片之最小縱橫比通常大於約 50。縱橫比可大於約 100，且有時大

於約 1000。相反，雜質玻璃顆粒將大體上具有低縱橫比，該縱橫比小於約 3。因此，基於在用顯微鏡觀察期間之縱橫比，由脫層產生之顆粒可不同於雜質顆粒。其他常見非玻璃顆粒包括毛髮、纖維、金屬顆粒、塑膠顆粒及其他污染物且因此在檢查期間排除。結果之確認可藉由評估測試之容器之內部區域得以實現。在觀察時，提出表皮腐蝕/凹陷/薄片移除之證據，如「Nondestructive Detection of Glass Vial Inner Surface Morphology with Differential Interference Contrast Microscopy」（藥物科學雜誌 101（4）2012 年第 1378 頁至第 1384 頁）所述。

【0108】在加速脫層測試之後存在之顆粒的數目可用於建立測試之小瓶組的脫層因數。玻璃容器之試驗被視為具有脫層因數 10，該等試驗在加速脫層測試後求出每試驗小於 10 個玻璃顆粒之平均，該等玻璃顆粒具有約 50 μm 之最小長度及大於約 50 之縱橫比。玻璃容器之試驗被視為具有脫層因數 9，該等試驗在加速脫層測試後求出每試驗小於 9 個玻璃顆粒之平均，該等玻璃顆粒具有約 50 μm 之最小長度及大於約 50 之縱橫比。玻璃容器之試驗被視為具有脫層因數 8，該等試驗在加速脫層測試後求出每試驗小於 8 個玻璃顆粒之平均，該等玻璃顆粒具有約 50 μm 之最小長度及大於約 50 之縱橫比。玻璃容器之試驗被視為具有脫層因數 7，該等試驗在加速脫層測試後求出每試驗小於 7 個玻璃顆粒之平均，該等玻璃顆粒具有約 50 μm 之最小長度及大於約 50 之縱橫比。玻璃容器之試驗被視為具有脫層因數 6，該等試驗在加速脫層測試後求出每

試驗小於 6 個玻璃顆粒之平均，該等玻璃顆粒具有約 50 μm 之最小長度及大於約 50 之縱橫比。玻璃容器之試驗被視為具有脫層因數 5，該等試驗在加速脫層測試後求出每試驗小於 5 個玻璃顆粒之平均，該等玻璃顆粒具有約 50 μm 之最小長度及大於約 50 之縱橫比。玻璃容器之試驗被視為具有脫層因數 4，該等試驗在加速脫層測試後求出每試驗小於 4 個玻璃顆粒之平均，該等玻璃顆粒具有約 50 μm 之最小長度及大於約 50 之縱橫比。玻璃容器之試驗被視為具有脫層因數 3，該等試驗在加速脫層測試後求出每試驗小於 3 個玻璃顆粒之平均，該等玻璃顆粒具有約 50 μm 之最小長度及大於約 50 之縱橫比。玻璃容器之試驗被視為具有脫層因數 2，該等試驗在加速脫層測試後求出每試驗小於 2 個玻璃顆粒之平均，該等玻璃顆粒具有約 50 μm 之最小長度及大於約 50 之縱橫比。玻璃容器之試驗被視為具有脫層因數 1，該等試驗在加速脫層測試後求出每試驗小於 1 個玻璃顆粒之平均，該等玻璃顆粒具有約 50 μm 之最小長度及大於約 50 之縱橫比。玻璃容器之試驗被視為具有脫層因數 0，該等試驗在加速脫層測試後求出每試驗小於 0 個玻璃顆粒之平均，該等玻璃顆粒具有約 50 μm 之最小長度及大於約 50 之縱橫比。因此，應理解，脫層因數越低，玻璃容器之脫層抗性越好。在本文中描述之一些實施例中，玻璃容器之主體之至少內表面具有 10 或更低之脫層因數（例如，脫層因數 3、脫層因數 2、脫層因數 1 或脫層因數 0）。在一些其他實施例中，玻璃容器之整個主體（包括內表面及外表面兩者）具有 10 或更低之脫層因數（例如，脫層因數 3、脫

層因數 2、脫層因數 1 或脫層因數 0)。

【0109】 在一些實施例中，具有 10 或更低之脫層因數之玻璃容器可藉由以下操作獲得：形成在主體之內表面上具有障壁塗層的玻璃容器，以使得障壁塗層為主體之內表面。參看第 5 圖，例如，示意性圖示具有沉積在主體 102 之至少一部分內表面 104 上之障壁塗層 131 的玻璃容器 100。障壁塗層 131 不脫層或以其他方式降解且防止儲存在玻璃容器 100 之內部體積 108 中之產品（諸如，藥物組成物等）接觸主體 102 之內表面 104，從而緩和玻璃容器之脫層。障壁塗層大體上對水溶液為非滲透的、不溶於水且水解穩定。

【0110】 在本文中描述之一些實施例中，障壁塗層 131 為永久地黏附至玻璃容器 100 之內表面 104 的韌性無機塗層。障壁塗層 131 可為金屬氮化物塗層、金屬氧化物塗層、金屬硫化物塗層、 SiO_2 、類金剛石碳化合物、石墨烯或碳化合物塗層。舉例而言，在一些實施例中，韌性無機塗層可由至少一種金屬氧化物（諸如， Al_2O_3 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 SnO 、 SiO_2 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 、 Cr_2O_3 、 V_2O_5 、 ZnO 或 HfO_2 ）形成。在一些其他實施例中，韌性無機塗層可由兩種或兩種以上金屬氧化物（諸如， Al_2O_3 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 SnO 、 SiO_2 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 、 Cr_2O_3 、 V_2O_5 、 ZnO 或 HfO_2 ）之組合形成。在一些其他實施例中，障壁塗層 131 可包含沉積在玻璃容器之內表面上之第一金屬氧化物之第一層及沉積在第一層上方之第二金屬氧化物之第二層。在該等實施例中，障壁塗層 131 可使用各種沉積技術（包括（但不限於）原子層沉積、化學氣相沉積、物理氣相沉積等）沉

積。或者，障壁塗層可用一或多種液體塗覆技術（諸如，浸塗、噴塗或電漿塗佈）塗覆。噴塗技術可包括高容低壓（HVLP）噴塗及低容低壓（LVLP）噴塗、靜電噴塗、無氣噴塗、具有無氣噴塗之超音波霧化、氣溶膠噴射塗佈及噴墨塗佈。電漿塗佈技術可包括標準一次電漿塗佈與二次電漿塗佈、微波輔助電漿塗佈及大氣電漿塗佈等。

【0111】雖然本文中已描述障壁塗層 131 之實施例包含無機材料，但應理解，在一些實施例中，障壁塗層 131 可為有機塗層。舉例而言，在障壁塗層 131 為有機塗層之實施例中，有機塗層可包含：聚苯並咪唑；聚雙噁唑；聚雙噻唑；聚醯醯亞胺；聚喹啉；聚噻吩；聚苯硫醚；聚砜；聚氰酸酯；聚對二甲苯；氟化聚烯烴，包括聚四氟乙烯及其他含氟聚烯烴；全氟烷氧基聚合物；聚醚醚酮（PEEK）；聚醯胺；環氧樹脂；多酚；聚氨酯丙烯酸酯；環烯烴共聚物及環烯聚合物；聚烯烴，包括聚乙烯、氧化聚乙烯、聚丙烯、聚乙烯/丙烯共聚物、聚乙烯/乙酸乙烯酯共聚物、聚氯乙烯、聚丙烯酸酯、聚甲基丙烯酸酯、聚苯乙烯、聚異戊二烯、聚酸酐、聚順丁烯二酐、聚甲醛、聚縮醛及聚縮醛共聚物；二甲基或二苯基或甲基/苯基聚矽氧烷混合物；全氟化矽氧烷及其他經取代矽氧烷；聚醯亞胺；聚碳酸酯；聚酯；石蠟及蠟；或上述各者之各種組合。在一些實施例中，用作障壁塗層 131 之有機塗層可包括二甲基、二苯基或甲基/苯基聚矽氧烷混合物。或者，有機塗層可為聚碳酸酯或聚對苯二甲酸乙二酯。在一些實施例中，障壁塗層 131 可由層狀結構形成，該結構包含上述聚合物及/

或共聚物中之一或多者。

【0112】 障壁塗層可連同由任何玻璃組成物形成之玻璃容器使用。然而，障壁塗層特別適用於與由玻璃組成物形成之玻璃容器一起使用，在成形為玻璃容器後，該等玻璃組成物不展現出脫層抗性。該等玻璃組成物可包括（但不限於）根據題為「Standard Specification for Glasses in Laboratory Apparatus」之 ASTM 標準 E438-92（2011）指定為 I 型 A 級玻璃組成物、I 型 B 級玻璃組成物及 II 型玻璃組成物的彼等玻璃組成物。在 ASTM 標準下，該等玻璃組成物可具有必要化學耐久性，但不展現出脫層抗性。舉例而言，下表 2 列出不展現出脫層抗性之 I 型 B 級玻璃組成物之許多非限制性實例。如此，如本文中所述，障壁塗層可用於由該等組成物形成之容器之至少內表面上，以使得容器具有 10 或更低之脫層因數。

表 2：示例性 I 型 B 級玻璃組成物

	實例 1 (重量%)	實例 2 (重量%)	實例 3 (重量%)
SiO ₂	71.70	74.60	70.10
Al ₂ O ₃	6.61	5.56	3.41
B ₂ O ₃	11.50	10.90	12.40
Na ₂ O	6.40	6.93	5.91
K ₂ O	2.35	0.04	2.80
MgO	0.300	0.057	0.009

CaO	0.56	1.47	1.03
SrO	0.004	0.004	0.026
BaO	0.003	0.003	2.73
ZnO	0.000	0.000	0.97
Fe ₂ O ₃	0.092	0.046	0.049
TiO ₂	0.028	0.018	0.027
ZrO ₂	0.033	0.032	0.038
As ₂ O ₅	0.0003	0.0828	0.0003
Cl	0.0450	0.0020	0.0750

【0113】 在一些替代實施例中，具有 10 或更低之脫層因數之玻璃容器藉由以下操作實現：成形玻璃容器，以使得玻璃容器具有均勻組成特徵，此舉進而降低玻璃容器對脫層之易感性，如 2013 年 6 月 7 日申請之題為「Delamination Resistant Glass Containers」之且讓與 Corning Incorporated 之未決美國專利申請案第 13/912,457 號中所述。具體言之，鹹信玻璃容器之脫層可能至少部分歸因於玻璃容器之至少內部中之玻璃組成物中的不均勻性，如上所述。最小化該等組成不均勻性產生具有 10 或更低之脫層因數的玻璃容器。

【0114】 現參看第 1 圖及第 6 圖，在一些實施例中，本文中描述之玻璃容器在壁部分、根部部分及底面部分中之每一者中具有穿過玻璃主體 102 之厚度的均勻組成物，以使得主體之至少內表面 104 具有 10 或更低之脫層因數。具體言之，第 6 圖示意性圖示玻璃容器 100 之壁部分 110 的部分橫截面。玻

玻璃容器 100 之玻璃主體 102 具有內部區域 120，該內部區域 120 自玻璃容器 100 之內表面 104 下方約 10 nm（在第 2 圖中圖示為 D_{LR1} ）延伸至壁部分 110 之厚度中至距玻璃容器之內表面 104 深度 D_{LR2} 。歸因於實驗假影，自內表面 104 下方約 10 nm 延伸之內部區域不同於表面下方最初 5 nm 至 10 nm 之組成物。在開始動態二次離子質譜（DSIMS）分析以決定玻璃之組成物時，由於以下三點，最初 5 nm 至 10 nm 不包括在分析中：由於外來碳而來自表面之離子的可變濺鍍速率、部分歸因於可變濺鍍速率的穩態電荷之確立及在確立穩態濺鍍狀態時物質之混合。因此，排除分析之前兩個資料點。因此，應理解，內部區域 120 具有等於 $D_{LR2}-D_{LR1}$ 之厚度 T_{LR} 。內部區域內之玻璃組成物具有持久層均勻性，該持久層均勻性連同內部區域之厚度 T_{LR} 足以防止玻璃主體在長期暴露至含在玻璃容器之內部體積中之溶液後脫層。在一些實施例中，厚度 T_{LR} 為至少約 100 nm。在一些實施例中，厚度 T_{LR} 為至少約 150 nm。在一些其他實施例中，厚度 T_{LR} 為至少約 200 nm 或甚至約 250 nm。在一些其他實施例中，厚度 T_{LR} 為至少約 300 nm 或甚至約 350 nm。在其他實施例中，厚度 T_{LR} 為至少約 500 nm。在一些實施例中，內部區域 120 可延伸至至少約 1 μm 或甚至至少約 2 μm 之厚度 T_{LR} 。

【0115】 雖然本文中描述內部區域自玻璃容器 100 之內表面 104 下方 10 nm 延伸至壁部分 110 之厚度中至距玻璃容器之內表面 104 深度 D_{LR2} ，但應理解，其他實施例係可能的。舉例而言，假設不管上述實驗假影，具有持久層均勻性之內部區

域可實際上自玻璃容器 100 之內表面 104 延伸至壁部分之厚度中。因此，在一些實施例中，厚度 T_{LR} 可自內表面 104 延伸至深度 D_{LR2} 。在該等實施例中，厚度 T_{LR} 可為至少約 100 nm。在一些實施例中，厚度 T_{LR} 為至少約 150 nm。在一些其他實施例中，厚度 T_{LR} 為至少約 200 nm 或甚至約 250 nm。在一些其他實施例中，厚度 T_{LR} 為至少約 300 nm 或甚至約 350 nm。在其他實施例中，厚度 T_{LR} 為至少約 500 nm。在一些實施例中，內部區域 120 可延伸至至少約 1 μm 或甚至至少約 2 μm 之厚度 T_{LR} 。

【0116】在玻璃容器經成形以使得玻璃容器具有持久層均勻性之實施例中，片語「持久層均勻性」意謂內部區域中之玻璃組成物之組成成分（例如， SiO_2 、 Al_2O_3 、 Na_2O 等）的濃度不自含有內部區域之玻璃層之厚度中點處的相同組成成分的濃度改變一定量，該量將導致玻璃主體在長期暴露至含在玻璃容器內之溶液後脫層。舉例而言，在玻璃容器由單一玻璃組成物形成之實施例中，玻璃主體含有單一玻璃層，且內部區域中之組成成分的濃度與沿中點線 MP 之點處之相同組分的濃度相比較以決定是否存在持久層均勻性，該中點線 MP 均勻地等分內表面 104 與外表面 106 之間的玻璃主體。然而，在玻璃容器由層合玻璃形成之實施例中，其中層合玻璃之玻璃包覆層形成玻璃容器之內表面，內部區域中之組成成分的濃度與沿中點線之點處之相同組分的濃度相比，該中點線均勻地等分形成玻璃容器之內表面的玻璃包覆層。在本文中描述之實施例中，玻璃主體之內部區域中之持久層均勻性使得

內部區域 120 中之玻璃組成物之組成成分中的每一者的層濃度的極限值（亦即，最小或最大）大於或等於在含有內部區域 120 之玻璃層的中點處的相同組成成分之約 80%且小於或等於約 120%。如本文中所使用，持久層均勻性係指當玻璃容器在成形狀態條件下時或在應用於玻璃容器之至少內表面之一或多個表面處理（諸如，蝕刻等）後玻璃容器之狀態。在其他實施例中，玻璃主體之內部區域中之持久層均勻性使得內部區域 120 中之玻璃組成物之組成成分中的每一者之層濃度的極限值大於或等於在含有內部區域 120 之玻璃層之厚度的中點處的相同組成成分之約 90%且小於或等於約 110%。在其他實施例中，玻璃主體之內部區域中之持久層均勻性使得內部區域 120 中之玻璃組成物之組成成分中的每一者之層濃度的極限值大於或等於在含有內部區域 120 之玻璃層之玻璃厚度的中點處的相同組成成分之約 92%且小於或等於約 108%。在一些實施例中，持久層均勻性不包括玻璃組成物之以小於約 2 莫耳%之量存在的組成成分。

【0117】如本文中所使用，術語「成形狀態條件」係指在玻璃容器已由玻璃原料成形之後但在容器暴露至任何額外處理步驟（諸如，離子交換強化、塗佈、硫酸銨處理等）之前的玻璃容器 100 之組成物。在一些實施例中，術語「成形狀態條件」包括在玻璃容器已成形且暴露至蝕刻處理以選擇性地移除玻璃容器之至少內表面之全部或部分後的玻璃容器 100 之組成物。在本文中描述之實施例中，玻璃組成物中之組成成分之層濃度藉由使用動態二次離子質譜（DSIMS）收集穿過

玻璃主體之所關注之區域中的厚度的組成物樣本得以決定。在本文中描述之實施例中，組成物分佈自玻璃主體 102 之內表面 104 的區域取樣。取樣區域具有 1 mm^2 之最大面積。該技術產生取樣區域之作爲自玻璃主體之內表面的深度之函數的玻璃中的物種的組成分佈。

【0118】 形成具有如上所述之持久層均勻性之玻璃容器大體上改善玻璃容器之脫層抗性。具體言之，提供在組成物中爲均勻之內部區域（亦即，內部區域中之組成成分之濃度的極限值在含有內部區域之玻璃層之厚度中點處的相同組成成分的 $\pm 20\%$ 內）避免可能易受浸漬影響之玻璃組成物之組成成分的局部集中，此舉進而緩和在該等組成成分自玻璃表面浸出之情況下，來自玻璃容器之內表面之玻璃顆粒的損失。

【0119】 如本文中所述，在成形狀態條件中具有持久層均勻性之容器不含塗層，包括塗覆至玻璃主體之內表面的無機塗層及/或有機塗層。因此，應理解，玻璃容器之主體由實質上單一組成物形成，該組成物自主體之內表面延伸至至少 250 nm 或甚至至少 300 nm 之深度。術語「單一組成物」係指玻璃爲單一材料組成物（相較於塗覆至相同組成物或不同組成物之另一材料的塗覆材料而言）之事實，主體之部分自內表面延伸至主體之厚度中距該玻璃至少 250 nm 或甚至至少 300 nm 之深度。舉例而言，在一些實施例中，容器之主體可由單一玻璃組成物建構。在其他實施例中，容器之主體可由層合玻璃建構，以使得主體之內表面具有自內表面延伸至至少 250 nm 或甚至至少 300 nm 之深度的單一組成物。玻璃容器可包

括內部區域，該區域自內表面或自內表面下方 10 nm 延伸至至少 100 nm 之深度，如上所述。該內部區域可具有持久層均勻性。

【0120】現參看第 1 圖及第 7 圖，在一些實施例中，本文中描述之玻璃容器在主體 102 之內表面 104 上亦可具有均勻表面組成物，以使得當玻璃容器處於成形狀態條件時，至少主體 102 之內表面 104（包括壁部分、根部部分及底面部分）具有 10 或更小之脫層因數。第 7 圖示意性圖示玻璃容器 100 之壁部分 110 的部分橫截面。玻璃容器 100 具有遍佈玻璃容器之整個內表面延伸的表面區域 130。表面區域 130 具有自玻璃容器 100 之內表面 104 朝向外表面延伸至玻璃主體之厚度的深度 D_{SR} 。因此，應理解，表面區域 130 具有等於深度 D_{SR} 之厚度 T_{SR} 。在一些實施例中，表面區域自玻璃容器 100 之內表面 104 延伸至至少約 10 nm 之深度 D_{SR} 。在一些其他實施例中，表面區域 130 可延伸至至少約 50 nm 之深度 D_{SR} 。在一些其他實施例中，表面區域 130 可延伸至約 10 nm 至約 50 nm 之深度 D_{SR} 。因此，應理解，表面區域 130 比內部區域 120 延伸至更淺深度。表面區域之玻璃組成物具有持久表面均勻性，該持久表面均勻性連同內部區域之深度 D_{SR} 足以防止玻璃主體在長期暴露至含在玻璃容器之內部體積中的溶液後脫層。

【0121】在本文中描述之實施例中，片語「持久表面均勻性」意謂表面區域中之離散點處之玻璃組成物的組成成分（例如， SiO_2 、 Al_2O_3 、 Na_2O 等）的濃度不自表面區域中之任何第二離散點處之相同組成成分的濃度改變一定量，該量將導致

玻璃主體在長期暴露至含在玻璃容器內的溶液後脫層。在本文中描述之實施例中，表面區域中之持久表面均勻性使得對於玻璃容器之內表面 104 上之離散點而言，當玻璃容器 100 處於成形狀態條件時，離散點處之表面區域 130 中之組成成分中的每一者之表面濃度之極限值（亦即，最小或最大）大於或等於玻璃容器 100 之內表面 104 上之任何第二離散點處的表面區域 130 中之相同組成成分的約 70% 且小於或等於該等相同組成成分的約 130%。舉例而言，第 7 圖圖示壁部分 110 之內表面 104 上之三個離散點（A、B 及 C）。每一點與相鄰點間隔至少約 3 mm。「A」點處之表面區域 130 中之組成成分中的每一者之表面濃度之極限值大於或等於「B」點及「C」點處之表面區域 130 中的相同組成成分的約 70% 且小於或等於該等相同組成成分的約 130%。當參看容器之根部部分時，離散點可大致集中於根部之頂點，其中相鄰點沿容器之底面部分及沿容器之壁部分在距根部的頂點至少 3 mm 處定位，點之間的距離受容器之半徑及側壁之高度（亦即，側壁過渡至容器之肩部的點）限制。

【0122】 在一些實施例中，表面區域中之持久表面均勻性使得針對玻璃容器 100 之內表面 104 上之任何離散點的表面區域 130 中之玻璃組成物之組成成分中的每一者之表面濃度的極限值大於或等於玻璃容器 100 之內表面 104 上之任何第二離散點處的表面區域 130 中的相同組成成分之約 75% 且小於或等於該等相同組成成分之約 125%。在一些其他實施例中，表面區域中之持久表面均勻性使得針對玻璃容器 100 之內表面

104 上之任何離散點的表面區域 130 中之玻璃組成物之組成成分中的每一者之表面濃度的極限值大於或等於玻璃容器 100 之內表面 104 上之任何第二離散點處的表面區域 130 中的相同組成成分之約 80%且小於或等於該等相同組成成分之約 120%。在其他實施例中，表面區域中之持久表面均勻性使得針對玻璃容器 100 之內表面 104 上之任何離散點的表面區域 130 中之玻璃組成物之組成成分中的每一者之表面濃度的極限值大於或等於玻璃容器 100 之內表面 104 上之任何第二離散點處的表面區域 130 中的相同組成成分之約 85%且小於或等於該等相同組成成分之約 115%。在本文中描述之實施例中，表面區域中之玻璃組成物之組成成分的表面濃度由 x 射線光電子光譜法量測。在一些實施例中，表面區域中之持久表面均勻性不包括玻璃組成物之以小於約 2 莫耳%之量存在的組分。

【0123】表面區域 130 中之玻璃組成成分之表面濃度的均勻性大體上指示玻璃組成物自玻璃容器 100 之內表面 104 脫層且流出玻璃顆粒之傾向。當玻璃組成物在表面區域 130 中具有持久表面均勻性時（亦即，當內表面 104 上之離散點處之表面區域 130 中的玻璃組成成分的表面濃度的極限值在內表面 104 上之任何第二離散點處之表面區域 130 中的相同組成成分之 $\pm 30\%$ 內時），玻璃組成物具有改善之脫層抗性。

【0124】具有持久層均勻性及/或持久表面均勻性的玻璃容器可使用各種技術實現。舉例而言，在一些實施例中，至少玻璃容器之主體 102 之內表面 104 經蝕刻，此舉產生具有持久

層均勻性及/或持久表面均勻性之玻璃容器，以使得至少玻璃容器之內表面具有 10 或更小之脫層因數。具體言之，如上所述，玻璃中歸因於來自玻璃之物種之揮發及揮發物種在容器成形期間之後續重新沉積的組成變化被認為是導致脫層之一個機理。玻璃容器之內表面上之經揮發及重新沉積之物種的薄表皮為組成不均勻的且弱水解的，以使得鹼金屬物種及硼物種在暴露至藥物組成物期間自表皮快速消耗。該行為留下具有高表面面積之富二氧化矽層。將該富二氧化矽層暴露至藥物組成物使得層膨脹且最終自主體之內表面剝落（亦即，脫層）。然而，蝕刻玻璃容器之主體之內表面移除該薄表皮層且將持久層均勻性及/或持久表面均勻性賦予至少玻璃容器之主體之內表面。

【0125】 在本文中描述之一些實施例中，玻璃容器之主體經蝕刻以自玻璃主體之內表面移除玻璃材料層。蝕刻足以移除經揮發及重新沉積之物種的薄表皮層，且從而為至少玻璃容器之主體之內表面提供持久層均勻性及/或持久表面均勻性，以使得至少玻璃主體之內表面具有 10 或更小之脫層因數。舉例而言，在一些實施例中，玻璃容器之主體經蝕刻以自玻璃主體之內表面移除玻璃材料至 1 μm 或甚至 1.5 μm 之深度。在一些其他實施例中，玻璃容器之主體可經蝕刻以移除玻璃材料至大於 1.5 μm （包括（但不限於）2 μm 、3 μm 或甚至 5 μm ）之深度。在該等實施例中，至少玻璃容器之內表面可由玻璃組成物形成，該等玻璃組成物符合根據題為「Standard Specification for Glasses in Laboratory Apparatus」之 ASTM

標準 E438-92 (2011) 之 I 型 A 級 (IA 型) 玻璃或 I 型 B 級 (IB 型) 玻璃的標準。硼矽酸鹽玻璃符合 I 型 (A 或 B) 標準且硼矽酸鹽玻璃通常用於藥物封裝。硼矽酸鹽玻璃之實例包括 (但不限於) Corning® Pyrex® 7740、Corning® Pyrex® 7800、Wheaton 180、Wheaton 200 及 Wheaton 400、Schott Duran®、Schott Fiolax®、KIMAX® N-51A、Gerresheimer GX-51 Flint 及其他。

【0126】在一個實施例中，蝕刻可藉由將玻璃容器之內表面暴露至酸溶液或酸溶液之組合得以完成。酸溶液可包括 (但不限於) 硫酸、硝酸、鹽酸、氫氟酸、氫溴酸及磷酸。舉例而言，酸溶液可包括 1.5 M 氫氟酸與 0.9 M 硫酸之混合物。該等酸溶液有效移除經揮發及重新沉積之有機溶液的薄表皮層，而不在玻璃容器之內表面上留下耗乏「浸出層」。或者，蝕刻可藉由將玻璃容器之內表面暴露至鹼溶液或鹼溶液之組合得以完成。適當鹼溶液包括 (例如) 氫氧化鈉、氫氧化鉀、氫氧化銨或上述各者之組合。或者，蝕刻可依次藉由酸溶液然後鹼溶液 (或反之亦然) 得以完成。

【0127】雖然本文中描述一個特定蝕刻處理，但應理解，亦可使用其他蝕刻處理。舉例而言，美國專利第 2,106,744 號、美國專利公開案第 2011/0165393 號、美國專利公開案第 2013/0122306 號及美國專利公開案第 2012/0282449 號中揭示之蝕刻處理亦可用於蝕刻至少玻璃容器之內表面。

【0128】在其他實施例中，玻璃容器可藉由由玻璃組成物成形玻璃容器而具備持久層均勻性及/或持久表面均勻性，其中玻

璃組成物之組成成分在以下溫度下形成具有相對低之蒸汽壓之物種（亦即，具有低揮發性之物種）：由玻璃原料將玻璃容器重新成形為所需容器形狀所要求之溫度。由於該等組成成分在重新成形溫度下形成具有相對低蒸汽壓之物種，組成成分不太可能自玻璃表面揮發及蒸發，從而形成玻璃容器，該玻璃容器遍佈玻璃容器之內表面且遍及玻璃容器之厚度具有組成均勻表面。

【0129】玻璃組成物之某些組成成分可在玻璃成形溫度及重新成形溫度下充分揮發，此舉進而可導致組成不均勻性及後續脫層。玻璃組成物之成形溫度及重新成形溫度大體上對應於玻璃組成物具有範圍在約 200 泊至約 100 千泊中之黏度的溫度。因此，在一些實施例中，成形玻璃容器之玻璃組成物不含形成物種之組成成分，該等組成成分在對應於範圍在約 200 泊至約 100 千泊中之黏度的溫度下顯著揮發（亦即，形成具有大於約 10^{-3} atm 之平衡分壓力之氣相物種）。在一些實施例中，成形玻璃容器之玻璃組成物不含組成成分，該等組成成分在對應於範圍在約 1 千泊至約 50 千泊中之黏度的溫度下顯著揮發。在一些其他實施例中，成形玻璃容器之玻璃組成物不含組成成分，該等組成成分在對應於範圍在約 1 千泊至約 20 千泊中之黏度的溫度下顯著揮發。在一些其他實施例中，成形玻璃容器之玻璃組成物不含組成成分，該等組成成分在對應於範圍在約 1 千泊至約 10 千泊中之黏度的溫度下顯著揮發。在不希望受理論約束的情況下，在該等條件下顯著揮發之化合物包括（但不限於）硼及硼化合物、磷及磷化合

物、鋅及鋅化合物、氟及氟化合物、氯及氯化合物、錫及錫化合物以及鈉及鈉化合物。

【0130】 在本文中描述之一些實施例中，例如，玻璃容器大體上由鋁矽酸鹽玻璃組成物（諸如，鹼金屬鋁矽酸鹽玻璃組成物或鹼土金屬鋁矽酸鹽玻璃組成物）形成。如上文所述，玻璃中之含硼物種在用於導致所得玻璃容器脫層之玻璃成形及重新成形的高溫下高度揮發。此外，含硼玻璃組成物亦易受相分離影響。因此，在本文中描述之實施例中，形成玻璃容器之玻璃組成物的硼濃度經限制以緩和脫層及相分離兩者。在一些實施例中，形成玻璃容器之玻璃組成物包括小於或等於約 1.0 莫耳%之硼之氧化物及/或含硼化合物，包括（但不限於） B_2O_3 。在一些該等實施例中，硼之氧化物及/或含硼化合物在玻璃組成物中之濃度可小於或等於約 0.5 莫耳%、小於或等於約 0.4 莫耳%或甚至小於或等於約 0.3 莫耳%。在一些該等實施例中，硼之氧化物及/或含硼化合物在玻璃組成物中之濃度可小於或等於約 0.2 莫耳%或甚至小於或等於約 0.1 莫耳%。在一些其他實施例中，玻璃組成物實質上不含硼及含硼化合物。

【0131】 磷（如同硼）大體上形成玻璃組成物中之物種，該等物種在用於玻璃成形及重新成形之高溫下高度揮發。如此，玻璃組成物中之磷可導致成品玻璃容器中之組成不均勻性，此情況進而可導致脫層。因此，在本文中描述之實施例中，磷及含磷化合物（諸如， P_2O_5 等）在形成玻璃容器之玻璃組成物中之濃度經限制以緩和脫層。在一些實施例中，製造玻

璃容器之玻璃組成物包括小於或等於約 0.3 莫耳%之磷之氧化物及/或含磷化合物。在一些該等實施例中，磷之氧化物及/或含磷化合物在玻璃組成物中之濃度可小於或等於約 0.2 莫耳%或甚至小於或等於約 0.1 莫耳%。在一些其他實施例中，玻璃組成物實質上不含磷及含磷化合物。

【0132】 鋅（如同硼及磷）大體上形成玻璃組成物中之物種，該等物種在用於玻璃成形及重新成形之高溫下高度揮發。如此，玻璃組成物中之鋅可導致成品玻璃容器中之組成不均勻性，此情況進而可導致脫層。因此，在本文中描述之實施例中，鋅及含鋅化合物（諸如， ZnO 等）在形成玻璃容器之玻璃組成物中之濃度經限制以緩和脫層。在一些實施例中，製造玻璃容器之玻璃組成物包括小於或等於約 0.5 莫耳%之鋅之氧化物及/或含鋅化合物。在一些其他實施例中，製造玻璃容器之玻璃組成物包括小於或等於約 0.3 莫耳%之鋅之氧化物及/或含鋅化合物。在一些該等實施例中，鋅之氧化物或含鋅化合物在玻璃組成物中之濃度可小於或等於約 0.2 莫耳%或甚至小於或等於約 0.1 莫耳%。在一些其他實施例中，玻璃組成物實質上不含鋅及含鋅化合物。

【0133】 鉛及鉍亦形成玻璃組成物中之物種，該等物種在用於玻璃成形及重新成形之高溫下高度揮發。因此，在本文中描述之實施例中，鉛、鉍、含鉛化合物及含鉍化合物在形成玻璃容器之玻璃組成物中之濃度經限制以緩和脫層。在一些實施例中，鉛之氧化物、鉍之氧化物、含鉛化合物及/或含鉍化合物各自以小於或等於約 0.3 莫耳%之濃度存在於玻璃組成物

中。在一些實施例中，鉛之氧化物、鉍之氧化物、含鉛化合物及/或含鉍化合物各自以小於或等於約 0.2 莫耳%之濃度或甚至小於約 0.1 莫耳%之濃度存在於玻璃組成物中。在一些其他實施例中，玻璃組成物實質上不含鉛及/或鉍以及含鉛及/或鉍化合物。

【0134】含有氯、氟及錫之氧化物之物種亦在用於玻璃成形及重新成形之高溫下高度揮發。因此，在本文中描述之實施例中，氯、氟及錫之氧化物及含錫、氯或氟之化合物以不影響所得玻璃之脫層抗性的濃度存在於玻璃組成物中。具體而言，氯、氟及錫之氧化物及含錫、氯或氟之化合物以小於或等於約 0.5 莫耳%或甚至小於或等於約 0.3 莫耳%之濃度存在於形成玻璃容器的玻璃組成物中。在一些實施例中，玻璃組成物實質上不含錫、氯及氟以及含錫、氯或氟之化合物。

【0135】雖然如上所述，玻璃容器之一些實施例可不含易揮發之組成成分，但在某些其他實施例中，玻璃容器可由玻璃組成物形成，該等玻璃組成物包括該等揮發性成分，諸如在玻璃容器包括障壁層時。

【0136】成形容器之玻璃組成物未經相分離。如本文中所使用，術語「相分離」係指將玻璃組成物分離成單獨相，其中每一相具有不同組成特徵。舉例而言，眾所周知，鹼金屬硼矽酸鹽玻璃在高溫（諸如，成形溫度及重新成形溫度）下相分離成富硼相及富二氧化矽相。在本文中描述之一些實施例中，硼之氧化物在玻璃組成物中之濃度足夠低（亦即，小於或等於約 1.0 莫耳%），以使得玻璃組成物不經受相分離。

【0137】 在一個示例性實施例中，玻璃容器由脫層抗性玻璃組成物形成，諸如，2012年10月25日申請且題為「Alkaline Earth Alumino-Silicate Glass Compositions with Improved Chemical and Mechanical Durability」之美國專利申請案第 13/660,141 號（代理人案號 SP11-241）中所述之鹼土金屬鋁矽酸鹽玻璃組成物，該案之全文以引用之方式併入本文中。該第一示例性玻璃組成物大體上包括 SiO_2 、 Al_2O_3 、至少一種鹼土金屬氧化物及包括至少 Na_2O 及 K_2O 之鹼金屬氧化物的組合。在一些實施例中，玻璃組成物亦可不含硼及含硼化合物。該等組分之組合使得以下玻璃組成物成為可能：該玻璃組成物抗化學降解且亦適用於藉由離子交換之化學強化。在一些實施例中，玻璃組成物可進一步包含少量一或多種額外氧化物，諸如（例如） SnO_2 、 ZrO_2 、 ZnO 等。該等組分可作為澄清劑添加及/或進一步增強玻璃組成物之化學耐久性。

【0138】 在第一示例性玻璃組成物之實施例中，玻璃組成物大體上包含量大於或等於約 65 莫耳%且小於或等於約 75 莫耳%之 SiO_2 。在一些實施例中， SiO_2 以大於或等於約 67 莫耳%且小於或等於約 75 莫耳%之量存在於玻璃組成物中。在一些其他實施例中， SiO_2 以大於或等於約 67 莫耳%且小於或等於約 73 莫耳%之量存在於玻璃組成物中。在該等實施例中之每一實施例中，存在於玻璃組成物中之 SiO_2 的量可大於或等於約 70 莫耳%或甚至大於或等於約 72 莫耳%。

【0139】 第一示例性玻璃組成物亦包括 Al_2O_3 。 Al_2O_3 連同存在於玻璃組成物中之鹼金屬氧化物（諸如， Na_2O 等）改善玻

璃對離子交換強化之易感性。此外，添加 Al_2O_3 至組成物降低鹼金屬成分（諸如，Na 及 K）浸出玻璃之傾向，且同樣，添加 Al_2O_3 提高組成物之抗水解降解性。此外，添加大於約 12.5 莫耳%之 Al_2O_3 亦可提高玻璃之軟化點，從而降低玻璃的成形性。因此，本文中描述之玻璃組成物大體上包括量大於或等於約 6 莫耳%且小於或等於約 12.5 莫耳%之 Al_2O_3 。在一些實施例中， Al_2O_3 在玻璃組成物中之量大於或等於約 6 莫耳%且小於或等於約 10 莫耳%。在一些其他實施例中， Al_2O_3 在玻璃組成物中之量大於或等於約 7 莫耳%且小於或等於約 10 莫耳%。

【0140】第一示例性玻璃組成物亦包括至少兩種鹼金屬氧化物。鹼金屬氧化物促進玻璃組成物之離子交換性，且如此促進玻璃之化學強化。鹼金屬氧化物亦降低玻璃之軟化點，從而抵消軟化點歸因於玻璃組成物中之 SiO_2 之較高濃度的提高。鹼金屬氧化物亦幫助改善玻璃組成物之化學耐久性。鹼金屬氧化物大體上以大於或等於約 5 莫耳%且小於或等於約 12 莫耳%之量存在於玻璃組成物中。在一些該等實施例中，鹼金屬氧化物之量可大於或等於約 5 莫耳%且小於或等於約 10 莫耳%。在一些其他實施例中，鹼金屬氧化物之量可大於或等於約 5 莫耳%且小於或等於約 8 莫耳%。在本文中描述之所有玻璃組成物中，鹼金屬氧化物包含至少 Na_2O 及 K_2O 。在一些實施例中，鹼金屬氧化物進一步包含 Li_2O 。

【0141】玻璃組成物之離子交換性主要賦予玻璃組成物在離子交換之前最初存在於玻璃組成物中之鹼金屬氧化物 Na_2O

之量。具體言之，為在離子交換強化時玻璃組成物後實現所需壓縮應力及層深度，玻璃組成物包括 Na_2O ， Na_2O 之量基於玻璃組成物之分子量大於或等於約 2.5 莫耳%且小於或等於 10 莫耳%。在一些實施例中，玻璃組成物可包括量大於或等於約 3.5 莫耳%且小於或等於約 8 莫耳%之 Na_2O 。在一些該等實施例中，玻璃組成物可包括量大於或等於約 6 莫耳%且小於或等於約 8 莫耳%之 Na_2O 。

【0142】如上所述，玻璃組成物中之鹼金屬氧化物亦包括 K_2O 。存在於玻璃組成物中之 K_2O 的量亦與玻璃組成物之離子交換性有關。具體言之，當存在於玻璃組成物中之 K_2O 的量提高時，可經由離子交換獲得之壓縮應力降低。因此，需要限制存在於玻璃組成物中之 K_2O 的量。在一些實施例中， K_2O 之量以玻璃組成物之分子量計大於約 0 莫耳%且小於或等於約 2.5 莫耳%。在一些該等實施例中，存在於玻璃組成物中之 K_2O 的量以玻璃組成物之分子量計小於或等於約 0.5 莫耳%。

【0143】在一些實施例中，第一示例性玻璃組成物中之鹼金屬氧化物進一步包含 Li_2O 。玻璃組成物中包括 Li_2O 進一步降低玻璃的軟化點。在鹼金屬氧化物包括 Li_2O 之實施例中， Li_2O 可以大於或等於約 1 莫耳%且小於或等於約 3 莫耳%之量存在。在一些實施例中， Li_2O 可以大於約 2 莫耳%且小於或等於約 3 莫耳%之量存在於玻璃組成物中。然而，在一些其他實施例中，玻璃組成物可實質上不含鋰及含鋰化合物。

【0144】第一示例性玻璃組成物中之鹼土金屬氧化物改善玻

璃批料之可熔性且提高玻璃組成物之化學耐久性。鹼土金屬氧化物存在於玻璃組成物中亦降低玻璃對脫層之易感性。在本文中描述之玻璃組成物中，玻璃組成物大體上包括至少一種鹼土金屬氧化物，該鹼土金屬氧化物濃度大於或等於約 8 莫耳%或甚至 8.5 莫耳%且小於或等於約 15 莫耳%。在一些實施例中，玻璃組成物可包含約 9 莫耳%至約 15 莫耳%之鹼土金屬氧化物。在一些該等實施例中，玻璃組成物中之鹼土金屬氧化物的量可為約 10 莫耳%至約 14 莫耳%。

【0145】 第一示例性玻璃組成物中之鹼土金屬氧化物可包括 MgO、CaO、SrO、BaO 或上述各者之組合。舉例而言，在本文中描述之實施例中，鹼土金屬氧化物可包括 MgO。在一些實施例中，MgO 可以玻璃組成物之分子量計大於或等於約 2 莫耳%且小於或等於約 7 莫耳%或以玻璃組成物之分子量計甚至大於或等於約 3 莫耳%且小於或等於約 5 莫耳%之量存在於玻璃組成物中。

【0146】 在一些實施例中，第一示例性玻璃組成物中之鹼土金屬氧化物亦包括 CaO。在該等實施例中，CaO 以玻璃組成物之分子量計約 2 莫耳%至小於或等於 7 莫耳%之量存在於玻璃組成物中。在一些實施例中，CaO 以玻璃組成物之分子量計約 3 莫耳%至小於或等於 7 莫耳%之量存在於玻璃組成物中。在一些該等實施例中，CaO 可以大於或等於約 4 莫耳%且小於或等於約 7 莫耳%之量存在於玻璃組成物中。在一些其他實施例中，CaO 可以大於或等於約 5 莫耳%且小於或等於約 6 莫耳%之量存在於玻璃組成物中，諸如當在鹼土金屬氧化物中以

CaO 替代 MgO 以降低液相線溫度及提高液相線黏度時。在其他實施例中，CaO 可以大於或等於約 2 莫耳%且小於或等於約 5 莫耳%之量存在於玻璃中，諸如當在鹼土金屬氧化物中以 SrO 替代 MgO 以降低液相線溫度及提高液相線黏度時。

【0147】 在本文中描述之一些實施例中，鹼土金屬氧化物進一步包含 SrO 或 BaO 中之至少一者。包括 SrO 降低玻璃組成物之液相線溫度，且因此包括 SrO 改善玻璃組成物之成形性。在一些實施例中，玻璃組成物可包括量大於 0 莫耳%且小於或等於約 6.0 莫耳%之 SrO。在一些其他實施例中，玻璃組成物可包括量大於約 0 莫耳%且小於或等於約 5 莫耳%之 SrO。在一些該等實施例中，玻璃組成物可包括大於或等於約 2 莫耳%且小於或等於約 4 莫耳%之 SrO，諸如當在鹼土金屬氧化物中以 CaO 替代 MgO 以降低液相線溫度且提高液相線黏度時。在一些其他實施例中，玻璃組成物可包括約 1 莫耳%至約 2 莫耳%之 SrO。在其他實施例中，SrO 可以大於或等於約 3 莫耳%且小於或等於約 6 莫耳%之量存在於玻璃組成物中，諸如當在鹼土金屬氧化物中以 SrO 替代 MgO 以降低液相線溫度且提高液相線黏度時。

【0148】 在玻璃組成物包括 BaO 之實施例中，BaO 可以大於約 0 莫耳%且小於約 2 莫耳%之量存在。在一些該等實施例中，BaO 可以小於或等於約 1.5 莫耳%或甚至小於或等於約 0.5 莫耳%之量存在於玻璃組成物中。然而，在一些其他實施例中，玻璃組成物實質上不含鋇及鋇之化合物。

【0149】 在本文中描述之玻璃組成物之實施例中，玻璃組成物

大體上含有小於約 1 莫耳%之硼或硼之氧化物，諸如， B_2O_3 。舉例而言，在一些實施例中，玻璃組成物可包含大於或等於約 0 莫耳%之 B_2O_3 及小於或等於 1 莫耳%之 B_2O_3 。在一些其他實施例中，玻璃組成物可包含大於或等於約 0 莫耳%之 B_2O_3 及小於或等於 0.6 莫耳%之 B_2O_3 。在其他實施例中，玻璃組成物實質上不含硼及硼之化合物，諸如， B_2O_3 。具體言之，已決定形成具有相對低量之硼或硼之化合物（亦即，小於或等於 1 莫耳%）或不具有硼或硼之化合物的玻璃組成物顯著提高玻璃組成物之化學耐久性。另外，亦已決定形成具有相對低量之硼或硼之化合物或不具有硼或硼之化合物之玻璃組成物藉由降低實現壓縮應力及/或層深度之特定值所需之加工時間及/或溫度而改善玻璃組成物的離子交換性。

【0150】 在本文中描述之玻璃組成物之一些實施例中，玻璃組成物實質上不含磷及含磷化合物，包括（但不限於） P_2O_5 。具體言之，已決定配製不具有磷或磷之化合物之玻璃組成物提高玻璃組成物的化學耐久性。

【0151】 除 SiO_2 、 Al_2O_3 、鹼金屬氧化物及鹼土金屬氧化物之外，本文中描述之第一示例性玻璃組成物可視情況進一步包含一或多種澄清劑，諸如（例如） SnO_2 、 As_2O_3 及/或 Cl^- （來自 $NaCl$ 等）。當澄清劑存在於玻璃組成物中時，澄清劑可以小於或等於約 1 莫耳%或甚至小於或等於約 0.5 莫耳%之量存在。舉例而言，在一些實施例中，玻璃組成物可包括 SnO_2 作為澄清劑。在該等實施例中， SnO_2 可以大於約 0 莫耳%且小於或等於約 0.30 莫耳%之量存在於玻璃組成物中。

【0152】此外，本文中描述之玻璃組成物可包含一或多種額外金屬氧化物，以進一步改善玻璃組成物之化學耐久性。舉例而言，玻璃組成物可進一步包括 ZnO 或 ZrO_2 ， ZnO 或 ZrO_2 中之每一者進一步改善玻璃組成物抗之化學侵蝕性。在該等實施例中，額外金屬氧化物可以大於或等於約 0 莫耳%且小於或等於約 2.0 莫耳%之量存在。舉例而言，當額外金屬氧化物為 ZrO_2 時， ZrO_2 可以小於或等於約 1.5 莫耳%之量存在。或者或另外，額外金屬氧化物可包括量小於或等於約 2.0 莫耳%之 ZnO 。在一些實施例中， ZnO 可經包括作為鹼土金屬氧化物中之一或多者之替代物。舉例而言，在玻璃組成物包括鹼土金屬氧化物 MgO 、 CaO 及 SrO 之實施例中， MgO 之量可減少以降低液相線溫度且提高液相線黏度，如上所述。在該等實施例中， ZnO 可添加至玻璃組成物中作為 MgO 之部分替代，除 CaO 或 SrO 中之至少一者之外或代替 CaO 或 SrO 中之至少一者。

【0153】基於前述，應理解，在一個實施例中，第一示例性玻璃組成物可包括約 65 莫耳%至約 75 莫耳%之 SiO_2 、約 6 莫耳%至約 12.5 莫耳%之 Al_2O_3 及約 5 莫耳%至約 12 莫耳%之鹼金屬氧化物，其中鹼金屬氧化物包含 Na_2O 及 K_2O 。 K_2O 可以小於或等於 0.5 莫耳%之量存在。玻璃組成物亦可包括約 8.0 莫耳%至約 15 莫耳%之鹼土金屬氧化物。玻璃組成物可易受離子交換強化影響。

【0154】在第一示例性玻璃組成物之另一實施例中，玻璃組成物包括約 67 莫耳%至約 75 莫耳%之 SiO_2 、約 6 莫耳%至約 10

莫耳%之 Al_2O_3 、約 5 莫耳%至約 12 莫耳%之鹼金屬氧化物及約 9 莫耳%至約 15 莫耳%之鹼土金屬氧化物。鹼金屬氧化物包含至少 Na_2O 及 K_2O 。玻璃組成物不含硼及硼之化合物且玻璃組成物易受離子交換影響，從而促進化學強化玻璃以改善機械耐久性。

【0155】在第一示例性玻璃組成物之又一實施例中，玻璃組成物可包括約 67 莫耳%至約 75 莫耳%之 SiO_2 、約 6 莫耳%至約 10 莫耳%之 Al_2O_3 、約 5 莫耳%至約 12 莫耳%之鹼金屬氧化物及約 9 莫耳%至約 15 莫耳%之鹼土金屬氧化物。鹼土金屬氧化物包含 SrO 及 BaO 中之至少一者。玻璃組成物不含硼及硼之化合物且玻璃組成物易受離子交換影響，從而促進化學強化玻璃以改善機械耐久性。

【0156】在本文中描述之一些實施例中，具有持久表面均勻性及/或持久層均勻性之玻璃容器可利用成形製程獲得，該成形製程賦予均勻溫度歷程至至少玻璃容器之主體的內表面。舉例而言，在一個實施例中，玻璃容器之主體可以成形溫度及/或成形速度成形，該等成形溫度及/或成形速度緩和形成來自主體之玻璃組成物之化學物種的揮發性。具體言之，將玻璃流形成爲所需形狀要求控制玻璃黏度及成形速度兩者。較高黏度要求較慢成形速度，而較低黏度使得更快成形速度成爲可能。玻璃之整體組成物及溫度係影響黏度之最大驅動物。藉由調整溫度而匹配成形製程中之每一階段處之黏度來將相同成形製程用於不同玻璃係可能的。因此，降低玻璃熔體之揮發性的一個方法係以較低溫度（較高黏度）操作製程。該

方法係不利的，因為該方法亦要求降低成形設備之產量及產能，最終導致提高之成本。第 16 圖圖示溫度為兩個示例性組成物中之揮發的主要驅動物，且在所有情況下，降低溫度（且因此降低速度）降低揮發損失之驅動力。與管至小瓶轉化過程相關聯之黏度範圍為自 200 P（切割操作及打孔操作時之最高溫度）至 20000 P（管成形步驟及精整步驟處之最低溫度）。對於典型 51 膨脹硼矽酸鹽，該等黏度為大約 1100℃ 至 1650℃。由於揮發在較低溫度下顯著降低，故所關注之主要溫度範圍在 1350℃ 至 1650℃ 之間。

【0157】在另一實施例中，具有持久表面均勻性及/或持久層均勻性的玻璃容器可藉由模製成形主體獲得。存在用於使用模具將玻璃熔體成形為容器形狀的許多方法。所有方法均依賴將熔融玻璃之均勻熱「塊」引入成形機器中。在吹制模製中，塊首先使用穿過孔之加壓空氣吹制（此舉成形唇緣/成品）以形成預製件（比最終產品小）。預製件（或型坯）隨後置放於第二模具中，其中預製件進一步經吹制為接觸模具表面且界定容器的最終形狀。在壓吹模製中，塊由界定唇緣/成品之環固持，且柱塞經按壓穿過塊以形成預製件。預製件隨後置放在第二模具中且預製件經吹制以接觸模具表面，從而形成最終容器形狀。模製成形製程大體上在成形期間將均勻溫度歷程賦予主體，此舉進而可將持久表面均勻性及/或持久層均勻性賦予至少玻璃主體之內表面，從而降低玻璃主體對脫層之易感性。舉例而言，熔融玻璃可成形為容器形狀且玻璃溫度在冷卻期間受控，以使得玻璃主體自玻璃熔體單一地冷

卻。玻璃主體之溫度自熔體降低至凝固而無任何中間物溫度提高時發生單一冷卻。此舉導致相對於將管轉化成小瓶之製程的較少揮發。該類型冷卻可使用模製成形製程（諸如，吹氣模製、壓吹模製、吹制模製）促進。在一些實施例中，該等技術可用於自 I 型 B 級玻璃組成物形成具有 10 或更小之脫層因數的玻璃容器。

【0158】本文中描述之玻璃組成物藉由混合玻璃原料批料（例如， SiO_2 、 Al_2O_3 、鹼金屬氧化物、鹼土金屬氧化物等之粉末）得以形成，以使得該批玻璃原料批料具有所需組成物。此後，玻璃原料批料經加熱以形成熔融玻璃組成物，該組成物隨後經冷卻且凝固以形成玻璃組成物。在凝固期間（亦即，當玻璃組成物為塑性可變形時），玻璃組成物可使用標準成形技術成形，以將玻璃組成物成形為所需最終形式。或者，玻璃組成物可經成形為堆料形式，諸如，片、管等，且玻璃組成物隨後可經再加熱且成形為玻璃容器 100。

【0159】本文中描述之玻璃組成物可經成形為各種形式，諸如（例如）片、管等。化學耐久玻璃組成物尤其適用於形成用於含有藥物配方（諸如，液體、粉末等）的藥物封裝。舉例而言，本文中描述之玻璃組成物可用於成形玻璃容器，諸如，小瓶、安瓿、濾筒、注射器主體及/或用於儲存藥物配方之任何其他玻璃容器。此外，經由離子交換化學強化玻璃組成物之能力可用於改善該藥物封裝的機械耐久性。因此，應理解，在至少一個實施例中，玻璃組成物併入藥物封裝中，以改善藥物封裝之化學耐久性及/或機械耐久性。

【0160】 進一步地，在一些實施例中，玻璃容器可由玻璃組成物形成，該等玻璃組成物為化學耐久且抗降解的，如由 DIN 12116 標準、ISO 695 標準、ISO 719 標準、ISO 720 標準、USP <660>測試及/或歐洲藥典 3.2.1 測試所決定。

【0161】 具體言之，DIN 12116 標準為在置放於酸性溶液中時玻璃之抗分解性之量測。DIN 12116 標準分成各個級。S1 級指示高達 0.7 mg/dm^2 之重量損失；S2 級指示自 0.7 mg/dm^2 至達 1.5 mg/dm^2 之重量損失；S3 級指示自 1.5 mg/dm^2 至達 15 mg/dm^2 之重量損失；且 S4 級指示大於 15 mg/dm^2 之重量損失。本文中描述之玻璃組成物具有根據 DIN 12116 之 S3 級或更佳之抗酸性，其中一些實施例具有至少 S2 級及或更佳或甚至 S1 級之抗酸性。應理解，較低級排序具有改善之抗酸效能。因此，等級在 S1 處之組成物具有比等級在 S2 處之組成物更佳之抗酸性。

【0162】 ISO 695 標準為在置放於鹼性溶液中時玻璃之抗分解性之量測。ISO 695 標準分成各個級。A1 級指示高達 75 mg/dm^2 之重量損失；A2 級指示自 75 mg/dm^2 至達 175 mg/dm^2 之重量損失；且 A3 級指示大於 175 mg/dm^2 之重量損失。本文中描述之玻璃組成物具有根據 ISO 695 之 A2 級或更佳之抗鹼性，其中一些實施例具有 A1 級抗鹼性。應理解，較低級排序具有改善之抗鹼效能。因此，等級在 A1 處之組成物具有比等級在 A2 處之組成物更佳之抗鹼性。

【0163】 成形玻璃容器之玻璃組成物為化學耐久且抗降解的，如由 ISO 720 標準所決定。ISO 720 標準為玻璃在蒸餾水

中之抗降解性（亦即，玻璃之抗水解性）的量測。根據 ISO 720 協定評估玻璃之非離子交換樣本。用修正之 ISO 720 協定評估玻璃之離子交換樣本，其中玻璃經壓碎成 ISO 720 標準中要求之晶粒大小、在 450°C 之溫度下在 100% KNO₃ 之熔融鹽浴中離子交換至少 5 小時以在玻璃之各個晶粒中誘發壓縮應力層，且隨後根據 ISO 720 標準測試。ISO 720 標準分成各個類型。HGA1 型指示 Na₂O 之高達 62 μg 之萃取當量；HGA2 型指示 Na₂O 之大於 62 μg 且高達 527 μg 之萃取當量；且 HGA3 型指示 Na₂O 之大於 527 μg 且高達 930 μg 之萃取當量。本文中描述之玻璃組成物具有 HGA2 型或更佳之 ISO 720 抗水解性，其中一些實施例具有 HGA1 型抗水解性或更佳抗水解性。應理解，較低級排序具有改善之抗水解效能。因此，等級在 HGA1 處之組成物具有比等級在 HGA2 處之組成物更佳之抗水解性。

【0164】成形玻璃容器之玻璃組成物亦為化學耐久且抗降解的，如由 ISO 719 標準所決定。ISO 719 標準為玻璃在蒸餾水中之抗降解性（亦即，玻璃之抗水解性）的量測。根據 ISO 719 協定評估玻璃之非離子交換樣本。用修正之 ISO 719 協定評估玻璃之離子交換樣本，其中玻璃經壓碎成 ISO 719 標準中要求之晶粒大小、在 450°C 之溫度下在 100% KNO₃ 之熔融鹽浴中離子交換至少 5 小時以在玻璃之各個晶粒中誘發壓縮應力層，且隨後根據 ISO 719 標準測試。ISO 719 標準分成各個類型。HGB1 型指示 Na₂O 之高達 31 μg 之萃取當量；HGB2 型指示 Na₂O 之大於 31 μg 且高達 62 μg 之萃取當量；HGB3

型指示 Na_2O 之大於 $62\ \mu\text{g}$ 且高達 $264\ \mu\text{g}$ 之萃取當量；HGB4 型指示 Na_2O 之大於 $264\ \mu\text{g}$ 且高達 $620\ \mu\text{g}$ 之萃取當量；且 HGB5 型指示 Na_2O 之大於 $620\ \mu\text{g}$ 且高達 $1085\ \mu\text{g}$ 之萃取當量。本文中描述之玻璃組成物具有 HGB2 型或更佳之 ISO 719 抗水解性，其中一些實施例具有 HGB1 型抗水解性或更佳抗水解性。應理解，較低級排序具有改善之抗水解效能。因此，等級在 HGB1 處之組成物具有比等級在 HGB2 處之組成物更佳之抗水解性。

【0165】對於 USP <660>測試及/或歐洲藥典 3.2.1 測試，本文中描述之玻璃容器具有 1 型化學耐久性。如上所述，對完整玻璃容器，而非壓碎玻璃晶粒執行 USP <660>測試及/或歐洲藥典 3.2.1 測試，且如此，USP <660>測試及/或歐洲藥典 3.2.1 測試可用於直接評估玻璃容器之內表面的化學耐久性。

【0166】應理解，當參看根據 ISO 719、ISO 720、ISO 695 及 DIN 12116 之上述等級時，具有特定等級「或更佳」之玻璃組成物或玻璃物件意謂玻璃組成物之效能與特定等級一樣好或比特定等級好。舉例而言，具有「HGB2」或更佳之 ISO 719 抗水解性之玻璃物件可具有 HGB2 或 HGB1 之 ISO 719 等級。

抗損壞性

【0167】如上所述，當容器經處理及填充時，玻璃容器可經受損壞，諸如，碰撞損壞、刻痕及/或磨損。此類損壞通常由各個玻璃容器之間的接觸或玻璃容器與製造設備之間的接觸引起。該損壞大體上降低容器之機械強度，且該損壞可導致貫穿性裂縫，該等裂縫可破壞容器之內容物的完整性。因此，

在本文中描述之一些實施例中，玻璃容器 100 進一步包括光滑塗層 160，該塗層 160 定位在主體 102 之外表面 106 之至少一部分周圍，如第 8 圖中所示。在一些實施例中，光滑塗層 160 可定位在至少玻璃容器之主體 102 之外表面 106 上，而在其他實施例中，一或多個中間塗層可定位在光滑塗層與主體 102 之外表面 106 之間，諸如當無機塗層用於使主體 102 的表面承受壓縮應力時。光滑塗層降低主體 102 之具有塗層之部分的摩擦係數，且如此，光滑塗層降低玻璃主體 102 之外表面 106 上之磨損及表面損壞的發生。實質上，塗層允許容器相對於另一物體（或容器）「滑動」，從而降低玻璃上之表面損壞的可能性。此外，光滑塗層 160 亦緩衝玻璃容器 100 之主體 102，從而緩和鈍性碰撞損壞對玻璃容器之影響。

【0168】如本文中所使用，術語光滑意謂塗覆至玻璃容器之外表面的塗層具有比未經塗佈之玻璃容器低的摩擦係數，從而為玻璃容器提供改善之抗損壞性，諸如，刮傷、磨損等。

【0169】可在經塗佈玻璃容器處於塗佈狀態條件（亦即，在無任何額外處理的情況下塗覆塗層之後）時或在一或多個加工處理（諸如與在藥物填充線上執行之處理相似或相同的彼等處理，包括（但不限於）沖洗、凍幹、去熱解、高壓滅菌等）之後量測經塗佈玻璃容器之各種特性（亦即，摩擦係數、水平壓縮強度、4 點彎曲強度、透明度、無色性等）。

【0170】去熱解為將熱源自物質移除之製程。玻璃物件（諸如，藥物封裝）之去熱解可藉由施加於樣本之熱處理執行，其中樣本經加熱至高溫達一段時間。舉例而言，去熱解可包

括以下步驟：將玻璃容器加熱至約 250°C 與約 380°C 之間的溫度達約 30 秒至約 72 小時之一時間段，該時間段包括（但不限於）20 分鐘、30 分鐘、40 分鐘、1 小時、2 小時、4 小時、8 小時、12 小時、24 小時、48 小時及 72 小時。在熱處理之後，玻璃容器冷卻至室溫。通常用於藥物工業之一個習知去熱解條件為在約 250°C 之溫度下熱處理約 30 分鐘。然而，考慮到若利用較高溫度，則熱處理之時間可減少。如本文中描述，經塗佈玻璃容器可暴露至高溫達一時間段。本文中描述之高溫及加熱時間段可能足以或可能不足以去熱解玻璃容器。然而，應理解，本文中描述之一些溫度及加熱時間段足以去熱解經塗佈玻璃容器，諸如，本文中描述之經塗佈玻璃容器。舉例而言，如本文中所描述，經塗佈玻璃容器可暴露至約 250°C、約 260°C、約 270°C、約 280°C、約 290°C、約 300°C、約 310°C、約 320°C、約 330°C、約 340°C、約 350°C、約 360°C、約 370°C、約 380°C、約 390°C 或約 400°C 之溫度達約 30 分鐘之時間段。

【0171】如本文中所使用，凍幹條件（亦即，冷凍乾燥）係指樣本填充有含有蛋白質之液體且樣本隨後在 -100°C 下冷凍、然後在真空下於 -15°C 水昇華 20 小時之製程。

【0172】如本文中所使用，高壓滅菌條件係指在 100°C 下蒸汽淨化樣本 10 分鐘，然後為 20 分鐘停止週期，在該停止週期中樣本暴露至 121°C 環境，然後在 121°C 下熱處理 30 分鐘。

【0173】經塗佈玻璃容器具有光滑塗層之部分的摩擦係數 (μ) 可具有比由相同玻璃組成物形成之未經塗佈玻璃容器的表面

低的摩擦係數。摩擦係數（ μ ）為兩個表面之間的摩擦之定量測量且摩擦係數（ μ ）為第一表面及第二表面之機械特性及化學特性（包括表面粗糙度以及環境條件，諸如（但不限於）溫度及濕度）的函數。如本文中所使用，經塗佈玻璃容器 100 之摩擦係數量測經報告作為第一玻璃容器之外表面（具有介於約 16.00 mm 與約 17.00 mm 之間的外直徑）與第二玻璃容器之外表面之間的摩擦係數，該第二玻璃容器與第一玻璃容器相同，其中第一玻璃容器及第二玻璃容器具有相同主體及相同塗層組成物（當塗覆時），且第一玻璃容器及第二玻璃容器在製造之前、在製造期間及在製造之後暴露至相同環境。除非本文中另外指明，否則摩擦係數係指以在瓶對瓶測試架上量測之 30 N 之正常負荷量測的最大摩擦係數，如本文中所使用。然而，應理解，在特定施加負荷下展現出最大摩擦係數之經塗佈玻璃容器亦將在較小負荷下展現出相同或更佳（亦即，更低）之最大摩擦係數。舉例而言，若經塗佈玻璃容器在 50 N 之施加負荷下展現出 0.5 或更低之最大摩擦係數，則經塗佈玻璃容器亦將在 25 N 之施加負荷下展現出 0.5 或更低之最大摩擦係數。

【0174】 在本文中描述之實施例中，玻璃容器（經塗佈及未經塗佈兩者）之摩擦係數係用瓶對瓶測試架量測。第 9 圖中示意性圖示測試架 300。相同裝置亦可用於量測定位在架中之兩個玻璃容器之間的摩擦力。瓶對瓶測試架 300 包含以交叉配置佈置之第一夾具 312 及第二夾具 322。第一夾具 312 包含附接至第一底座 316 之第一固定臂 314。第一固定臂 314 附接至

第一玻璃容器 310 且第一固定臂 314 將第一玻璃容器 310 相對於第一夾具 312 固持為靜止。類似地，第二夾具 322 包含附接至第二底座 326 之第二固定臂 324。第二固定臂 324 附接至第二玻璃容器 320 且第二固定臂 324 將第二玻璃容器 320 相對於第二夾具 322 固持為靜止。第一玻璃容器 310 定位在第一夾具 312 上，且第二玻璃容器 320 定位在第二夾具 322 上，以使得第一玻璃容器 310 之長軸及第二玻璃容器 320 之長軸相對於彼此呈約 90° 角定位且定位在由 x-y 軸界定之水平面上。

【0175】第一玻璃容器 310 定位為在接觸點 330 處接觸第二玻璃容器 320。法線力施加至與由 x-y 軸界定之水平面正交的方向。可藉由靜重或施加至第二夾具 322 之其他力對靜止的第一夾具 312 施加法線力。例如，重量可定位在第二底座 326 上，且第一底座 316 可置放在穩定表面上，從而在接觸點 330 處誘發第一玻璃容器 310 與第二玻璃容器 320 之間的可量測力。或者，可用機械裝置（諸如，UMT（通用機械測試機）機器）施加力。

【0176】第一夾具 312 或第二夾具 322 可相對於另一者在一方向上移動，該方向與第一玻璃容器 310 及第二玻璃容器 320 之長軸呈 45° 角。舉例而言，第一夾具 312 可固持為靜止的，且第二夾具 322 可移動，以使得第二玻璃容器 320 在 x 軸之方向上移動跨越第一玻璃容器 310。相似設置由 R. L. De Rosa 等人在 The Journal of Adhesion (78: 113-117, 2002 年) 中之「Scratch Resistant Polyimide Coatings for Alumino Silicate

Glass surfaces」中描述。為量測摩擦係數，移動第二夾具 322 所需之力及施加至第一玻璃容器 310 及第二玻璃容器 320 之法線力用測力器量測，且摩擦係數經計算作為摩擦力與法線力之商。架在 25℃ 及 50%之相對濕度之環境下操作。

【0177】在本文中描述之實施例中，經塗佈玻璃容器具有光滑塗層之部分相對於類塗佈玻璃容器具有小於或等於約 0.7 之摩擦係數，如用上述瓶對瓶架所決定。在其他實施例中，摩擦係數可小於或等於約 0.6 或甚至小於或等於約 0.5。在一些實施例中，經塗佈玻璃容器具有光滑塗層之部分具有小於或等於約 0.4 或甚至小於或等於約 0.3 之摩擦係數。具有小於或等於約 0.7 之摩擦係數之經塗佈玻璃容器大體上展現出改善之抗摩擦損壞性，且因此，該經塗佈玻璃容器具有改善之機械特性。舉例而言，習知玻璃容器（不具有光滑塗層）可具有大於 0.7 之摩擦係數。

【0178】在本文中描述之一些實施例中，經塗佈玻璃容器具有光滑塗層之部分的摩擦係數可比由相同玻璃組成物形成之未經塗佈玻璃容器的表面的摩擦係數小至少 20%。舉例而言，經塗佈玻璃容器具有光滑塗層之部分的摩擦係數可比由相同玻璃組成物形成之未經塗佈之玻璃容器的表面的摩擦係數小至少 20%、小至少 25%、小至少 30%、小至少 40%或甚至小至少 50%。

【0179】在一些實施例中，在暴露至約 250℃、約 260℃、約 270℃、約 280℃、約 290℃、約 300℃、約 310℃、約 320℃、約 330℃、約 340℃、約 350℃、約 360℃、約 370℃、約 380

℃、約 390℃ 或約 400℃ 之溫度達 30 分鐘之時間段（亦即，去熱解條件）之後，經塗佈玻璃容器具有光滑塗層之部分可具有小於或等於約 0.7 之摩擦係數。在其他實施例中，在暴露至約 250℃、約 260℃、約 270℃、約 280℃、約 290℃、約 300℃、約 310℃、約 320℃、約 330℃、約 340℃、約 350℃、約 360℃、約 370℃、約 380℃、約 390℃ 或約 400℃ 之溫度達 30 分鐘之時間段之後，經塗佈玻璃容器具有光滑塗層之部分可具有小於或等於約 0.7（亦即，小於或等於約 0.6、小於或等於約 0.5、小於或等於約 0.4 或甚至小於或等於約 0.3）之摩擦係數。在一些實施例中，在暴露至約 260℃ 之溫度達 30 分鐘之後，經塗佈玻璃容器具有光滑塗層之部分的摩擦係數可能不會增加大於約 30%。在其他實施例中，在暴露至約 250℃、約 260℃、約 270℃、約 280℃、約 290℃、約 300℃、約 310℃、約 320℃、約 330℃、約 340℃、約 350℃、約 360℃、約 370℃、約 380℃、約 390℃ 或約 400℃ 之溫度達 30 分鐘之時間段之後，經塗佈玻璃容器具有光滑塗層之部分的摩擦係數可能不會增加大於約 30%（亦即，約 25%、約 20%、約 15% 或甚至約 10%）。在其他實施例中，在暴露至約 250℃、約 260℃、約 270℃、約 280℃、約 290℃、約 300℃、約 310℃、約 320℃、約 330℃、約 340℃、約 350℃、約 360℃、約 370℃、約 380℃、約 390℃ 或約 400℃ 之溫度達 30 分鐘之時間段之後，經塗佈玻璃容器具有光滑塗層之部分的摩擦係數可能不會增加大於約 0.5（亦即，約 0.45、約 0.4、約 0.35、約 0.3、約 0.25、約 0.2、約 0.15、約 0.1 或甚至約 0.05）。在一些實

施例中，在暴露至約 250℃、約 260℃、約 270℃、約 280℃、約 290℃、約 300℃、約 310℃、約 320℃、約 330℃、約 340℃、約 350℃、約 360℃、約 370℃、約 380℃、約 390℃ 或約 400℃ 之溫度達 30 分鐘之時間段之後，經塗佈玻璃容器具有光滑塗層之部分的摩擦係數可能根本不增加。

【0180】 在一些實施例中，在浸沒於約 70℃ 溫度之水浴中達 10 分鐘之後，經塗佈玻璃容器具有光滑塗層之部分可具有小於或等於約 0.7 之摩擦係數。在其他實施例中，在浸沒於約 70℃ 溫度之水浴中達 5 分鐘、10 分鐘、20 分鐘、30 分鐘、40 分鐘、50 分鐘或甚至 1 小時之後，經塗佈玻璃容器具有光滑塗層之部分可具有小於或等於約 0.7（亦即，小於或等於約 0.6、小於或等於約 0.5、小於或等於約 0.4 或甚至小於或等於約 0.3）之摩擦係數。在一些實施例中，在浸沒於約 70℃ 溫度之水浴中達 10 分鐘之後，經塗佈玻璃容器具有光滑塗層之部分的摩擦係數可能不會增加大於約 30%。在其他實施例中，在浸沒於約 70℃ 溫度之水浴中達 5 分鐘、10 分鐘、20 分鐘、30 分鐘、40 分鐘、50 分鐘或甚至 1 小時之後，經塗佈玻璃容器具有光滑塗層之部分之摩擦係數可能不會增加大於約 30%（亦即，約 25%、約 20%、約 15% 或甚至約 10%）。在一些實施例中，在浸沒於約 70℃ 溫度之水浴中達 5 分鐘、10 分鐘、20 分鐘、30 分鐘、40 分鐘、50 分鐘或甚至 1 小時之後，經塗佈玻璃容器具有光滑塗層之部分的摩擦係數可能根本不增加。

【0181】 在一些實施例中，在暴露至凍幹條件之後，經塗佈玻

璃容器具有光滑塗層之部分可具有小於或等於約 0.7 之摩擦係數。在其他實施例中，在暴露至凍幹條件之後，經塗佈玻璃容器具有光滑塗層之部分可具有小於或等於約 0.7（亦即，小於或等於約 0.6、小於或等於約 0.5、小於或等於約 0.4 或甚至小於或等於約 0.3）之摩擦係數。在一些實施例中，在暴露至凍幹條件之後，經塗佈玻璃容器具有光滑塗層之部分的摩擦係數可能不會增加大於約 30%。在其他實施例中，在暴露至凍幹條件之後，經塗佈玻璃容器具有光滑塗層之部分的摩擦係數可能不會增加大於約 30%（亦即，約 25%、約 20%、約 15%或甚至約 10%）。在一些實施例中，在暴露至凍幹條件之後，經塗佈玻璃容器具有光滑塗層之部分的摩擦係數可能根本不增加。

【0182】 在一些實施例中，在暴露至高壓滅菌條件之後，經塗佈玻璃容器具有光滑塗層之部分可具有小於或等於約 0.7 之摩擦係數。在其他實施例中，在暴露至高壓滅菌條件之後，經塗佈玻璃容器具有光滑塗層之部分可具有小於或等於約 0.7（亦即，小於或等於約 0.6、小於或等於約 0.5、小於或等於約 0.4 或甚至小於或等於約 0.3）之摩擦係數。在一些實施例中，在暴露至高壓滅菌條件之後，經塗佈玻璃容器具有光滑塗層之部分的摩擦係數可能不會增加大於約 30%。在其他實施例中，在暴露至高壓滅菌條件之後，經塗佈玻璃容器具有光滑塗層之部分的摩擦係數可能不會增加大於約 30%（亦即，約 25%、約 20%、約 15%或甚至約 10%）。在一些實施例中，在暴露至高壓滅菌條件之後，經塗佈玻璃容器具有光

滑塗層之部分的摩擦係數可能根本不增加。

【0183】 在一些實施例中，在具有光滑塗層 160 之玻璃容器 100 由相同玻璃容器以 30 N 法線力磨損後，玻璃容器 100 之磨損區域之摩擦係數在由相同玻璃容器以 30 N 法線力在同一斑點處執行另一磨損後增加不超過約 20%。在其他實施例中，在具有光滑塗層 160 之玻璃容器 100 由相同玻璃容器以 30 N 法線力磨損後，玻璃容器 100 之磨損區域之摩擦係數增加在由相同玻璃容器以 30 N 法線力在同一斑點處執行另一磨損後不超過約 15%或甚至 10%。然而，不需要具有光滑塗層 160 的玻璃容器 100 的全部實施例皆顯示此等特性。

【0184】 本文所述之經塗佈玻璃容器具有水平壓縮強度。如本文中所描述，水平壓縮強度由第 4 圖中示意性圖示之水平壓縮裝置 500 量測。經塗佈玻璃容器 100 藉由將容器水平地定位在兩個壓板 502a、502b 之間而得以測試，該兩個壓板 502a、502b 平行於玻璃容器之長軸定向，如第 4 圖中所示。隨後在垂直於玻璃容器之長軸之方向上向具有壓板 502a、壓板 502b 之經塗佈玻璃容器 100 施加機械負荷 504。小瓶壓縮之負荷率為 0.5 吋/分鐘，意謂壓板以 0.5 吋/分鐘之速率朝向彼此移動。在 25℃ 及 50%之相對濕度下量測水平壓縮強度。水平壓縮強度之量測可給定為在所選正常壓縮負荷下之破壞概率。如本文中所使用，當玻璃容器在水平壓縮下破裂時，至少 50%之樣本中發生破壞。在一些實施例中，經塗佈玻璃容器可具有比未經塗佈小瓶大至少 10%、20%或 30%之水平壓縮強度。

【0185】 現參看第 8 圖及第 9 圖，亦可對磨損之玻璃容器執行水平壓縮強度量測。具體言之，測試架 300 的操作可對經塗佈玻璃容器外表面產生損壞，諸如減弱經塗佈玻璃容器 100 的強度之表面刮痕或磨損。隨後，玻璃容器經受上文所述之水平壓縮程序，其中容器置放於具有平行於壓板向外指向之刮痕的兩個壓板之間。刮痕可由藉由瓶對瓶架所施加之所選法線壓力及刮痕長度來表徵。除非另行確定，否則水平壓縮程序之磨損玻璃容器之刮痕藉由 30 N 之法線負荷產生之 20 mm 之刮痕長度來表徵。

【0186】 可在熱處理後評估經塗佈玻璃容器之水平壓縮強度。熱處理可暴露至約 250°C、約 260°C、約 270°C、約 280°C、約 290°C、約 300°C、約 310°C、約 320°C、約 330°C、約 340°C、約 350°C、約 360°C、約 370°C、約 380°C、約 390°C 或約 400°C 之溫度下達 30 分鐘之時間段。在一些實施例中，在暴露至熱處理（諸如，上文所描述之彼等熱處理）、隨後經磨損（如上所述）後，經塗佈玻璃容器之水平壓縮強度降低不超過約 20%、30% 或甚至 40%。在一個實施例中，在暴露至約 250°C、約 260°C、約 270°C、約 280°C、約 290°C、約 300°C、約 310°C、約 320°C、約 330°C、約 340°C、約 350°C、約 360°C、約 370°C、約 380°C、約 390°C 或約 400°C 之熱處理達 30 分鐘之時間段且隨後經磨損後，經塗佈玻璃容器之水平壓縮強度降低不超過約 20%。

【0187】 在一些其他實施例中，具有光滑塗層 160 之玻璃容器 100 在高溫下可為熱穩定的。如本文中所使用，片語「熱穩定

的」意謂在暴露至高溫後，塗覆至玻璃容器之光滑塗層 160 在玻璃容器之表面上實質上保持完整，以使得，在暴露後，經塗佈玻璃容器之機械特性（具體地，摩擦係數及水平壓縮強度）僅最低限度地受影響（若真的會受影響）。此情況指示，在高溫暴露後光滑塗層保持附著至玻璃之表面並繼續保護玻璃容器免受機械損害，諸如磨損、衝擊等等。在加熱至至少約 250°C 或甚至約 260°C 之溫度保持 30 分鐘之時間段後，本文中所述之具有光滑塗層之玻璃容器可能為熱穩定的。

【0188】 在本文所述之實施例中，若在加熱至特定溫度並在彼溫度下保持特定時間後，經塗佈玻璃容器滿足摩擦係數標準及水平壓縮強度標準兩者，則具有光滑塗層之玻璃容器（亦即，經塗佈玻璃容器）被視為係熱穩定的。為決定是否滿足摩擦係數標準，使用第 9 圖中所示之測試架及 30 N 之施加負荷在原有狀態下（亦即，在任何熱暴露前）決定第一經塗佈玻璃容器之摩擦係數。在規定條件下熱暴露第二經塗佈玻璃容器（亦即，具有與第一經塗佈玻璃容器相同之玻璃組成物及相同之塗層組成物之玻璃容器），並冷卻至室溫。此後，使用第 9 圖中所示之測試架決定第二玻璃容器之摩擦係數，以用 30 N 之施加負荷磨損經塗佈玻璃容器，從而導致具有約 20 mm 之長度之磨損（亦即，「刮痕」）。若第二經塗佈玻璃容器之摩擦係數小於 0.7，且磨損區域中之第二玻璃容器之玻璃的表面無任何可觀察到的損壞，則滿足用於決定光滑塗層之熱穩定性的摩擦係數標準。如在本文中所使用，術語「可觀察到的損壞」意指，當用 LED 或鹵素光源以諾馬爾斯基

(Nomarski) 或微分干涉對比 (DIC) 光譜學顯微鏡在 100X 之放大率下觀察時，玻璃容器之磨損區域中之玻璃之表面每磨損區域之 0.5 cm 長度具有小於六個玻璃裂縫 (glass check)。在 NIST 特種出版物 960-17 (2006) 之 G. D. Quinn 之「NIST Recommended Practice Guide: Fractography of Ceramics and Glasses,」中描述玻璃裂縫或玻璃裂痕 (glass checking) 之標準界定。

【0189】為決定是否滿足水平壓縮強度標準，以 30 N 之負荷在第 9 圖中所示之測試架中磨損第一經塗佈玻璃容器以形成 20 mm 刮痕。隨後，第一經塗佈玻璃容器經歷水平壓縮測試 (如本文中所述)，且決定第一經塗佈玻璃容器之殘留強度。在規定條件下熱暴露第二經塗佈玻璃容器 (亦即，具有與第一經塗佈玻璃容器相同之玻璃組成物及相同之塗層組成物之玻璃容器)，並冷卻至室溫。此後，以 30 N 之負荷在第 9 圖中所示之測試架中磨損第二經塗佈玻璃容器。隨後，第二經塗佈玻璃容器經歷水平壓縮測試 (如本文中所述)，且決定第二經塗佈玻璃容器之殘留強度。若第二經塗佈玻璃容器之殘留強度相對於第一經塗佈玻璃容器未降低超過約 20%，則水平壓縮強度標準滿足用於決定光滑塗層之熱穩定性之目的。

【0190】在本文所述之實施例中，若在將經塗佈玻璃容器暴露至至少約 250°C 或甚至約 260°C 之溫度下達約 30 分鐘之時間段後滿足摩擦係數標準及水平壓縮強度標準 (亦即，經塗佈玻璃容器在至少約 250°C 或甚至約 260°C 之溫度下熱穩定達約

30 分鐘之時間段)，則經塗佈玻璃容器被視為係熱穩定的。熱穩定性亦可在約 250℃ 至達約 400℃ 之溫度下評估。舉例而言，在一些實施例中，若在至少約 270℃ 或甚至約 280℃ 之溫度下在約 30 分鐘之時間段內滿足該等標準，則經塗佈玻璃容器將被視為熱穩定的。在其他實施例中，若在至少約 290℃ 或甚至約 300℃ 之溫度下在約 30 分鐘之時間段內滿足該等標準，則經塗佈玻璃容器將被視為熱穩定的。在進一步實施例中，若在至少約 310℃ 或甚至約 320℃ 之溫度下在約 30 分鐘之時間段內滿足該等標準，則經塗佈玻璃容器將被視為熱穩定的。在其他實施例中，若在至少約 330℃ 或甚至約 340℃ 之溫度下在約 30 分鐘之時間段內滿足該等標準，則經塗佈玻璃容器將被視為熱穩定的。在其他實施例中，若在至少約 350℃ 或甚至約 360℃ 之溫度下在約 30 分鐘之時間段內滿足該等標準，則經塗佈玻璃容器將被視為熱穩定的。在一些其他實施例中，若在至少約 370℃ 或甚至約 380℃ 之溫度下在約 30 分鐘之時間段內滿足該等標準，則經塗佈玻璃容器將被視為熱穩定的。在其他實施例中，若在至少約 390℃ 或甚至約 400℃ 之溫度下在約 30 分鐘之時間段內滿足該等標準，則經塗佈玻璃容器將被視為熱穩定的。

【0191】 本文中所揭示之經塗佈玻璃容器亦可能在一個溫度範圍內係熱穩定的，意指，經塗佈玻璃容器因在該範圍中之每一溫度下滿足摩擦係數標準及水平壓縮強度標準而為熱穩定的。舉例而言，在本文所述之實施例中，經塗佈玻璃容器在至少約 250℃ 或甚至約 260℃ 至小於或等於約 400℃ 之溫度

下可為熱穩定的。在一些實施例中，經塗佈玻璃容器在至少約 250°C 或甚至約 260°C 至約 350°C 之範圍中可為熱穩定的。在一些其他實施例中，經塗佈玻璃容器在至少約 280°C 至小於或等於約 350°C 之溫度下可為熱穩定的。在其他實施例中，經塗佈玻璃容器在至少約 290°C 至約 340°C 下可為熱穩定的。在另一實施例中，經塗佈玻璃容器在約 300°C 至約 380°C 之溫度範圍中可為熱穩定的。在另一實施例中，經塗佈玻璃容器在約 320°C 至約 360°C 之溫度範圍中可為熱穩定的。

【0192】 質量損失係指經塗佈玻璃容器之可量測特性，該可量測特性與當經塗佈玻璃容器暴露至所選高溫達所選時間段時自經塗佈玻璃容器釋放之揮發物之量相關。質量損失大體上指示塗層歸因於熱暴露之機械降解。因為經塗佈玻璃容器之玻璃主體在量測溫度下不展現可量測的質量損失，故質量損失測試（如本文中詳細所描述）僅獲得針對塗覆至玻璃容器之光滑塗層之質量損失資料。多個因素可影響質量損失。舉例而言，可自塗層移除之有機材料之量可影響質量損失。聚合物中碳主鏈及側鏈之分解將導致塗層之理論上 100% 之移除。有機金屬聚合物材料通常損失該等材料之全部有機組分，但無機組分保留。因此，基於在完全理論之氧化後塗層之多少為有機的及無機的（例如，塗層之二氧化矽之%）來標準化質量損失結果。

【0193】 為決定質量損失，經塗佈樣本（諸如，經塗佈玻璃容器）最初加熱至 150°C 並在此溫度下保持達 30 分鐘以乾燥塗層，有效地自塗層驅除 H₂O。隨後，樣本在氧化環境（諸如，

空氣)中以 10°C /分鐘之升溫速率自 150°C 加熱至 350°C 。爲了質量損失決定目的，僅考慮自 150°C 至 350°C 收集之資料。在一些實施例中，當以約 10°C /分鐘之升溫速率自 150°C 之溫度加熱至 350°C 時，光滑塗層具有小於光滑塗層之質量之約 5% 的質量損失。在其他實施例中，當以約 10°C /分鐘之升溫速率自 150°C 之溫度加熱至 350°C 時，光滑塗層具有小於約 3% 或甚至小於約 2% 之質量損失。在一些其他實施例中，當以約 10°C /分鐘之升溫速率自 150°C 之溫度加熱至 350°C 時，光滑塗層具有小於約 1.5% 的質量損失。在一些其他實施例中，當以約 10°C /分鐘之升溫速率自 150°C 之溫度加熱至 350°C 時，光滑塗層具有小於約 0.75% 的質量損失。在一些其他實施例中，當以約 10°C /分鐘之升溫速率自 150°C 之溫度加熱至 350°C 時，光滑塗層實質上不損失光滑塗層之質量。

【0194】質量損失結果基於其中在熱處理（諸如，以 10°C /分鐘自 150°C 加熱至 350°C 之升溫溫度）前及後比較經塗佈玻璃容器之重量的程序，如本文中所述。熱處理前及熱處理後小瓶之間的重量的差異爲塗層之重量損失，該損失可作爲塗層之百分比重量損失來標準化，以使得藉由比較未經塗佈玻璃容器與處理前經塗佈玻璃容器之重量來得知塗層之熱處理前之重量（重量不包括容器之玻璃主體及以下預備加熱步驟）。或者，塗層之總質量可藉由總有機碳測試或其他類似手段來決定。

【0195】現參看第 10 圖，除氣係指經塗佈玻璃容器 100 之可量測特性，該可量測特性與當經塗佈玻璃容器暴露至所選高

溫達所選時段時自經塗佈玻璃容器 100 釋放之揮發物之量相關。除氣量測在本文中經報告作為每個玻璃容器之具有塗層之表面區域在暴露至高溫達時間段期間所釋放的揮發物的重量。因為經塗佈玻璃容器之玻璃主體在針對除氣所報告之溫度下不展現可量測的除氣，故除氣測試（如上文中詳細所描述）獲得實質上僅針對塗覆至玻璃容器之光滑塗層之除氣資料。除氣結果基於其中經塗佈玻璃容器 100 置放在第 10 圖中所示之裝置 400 之玻璃樣本腔 402 中之程序。在每一樣本運行前收集空樣本腔之背景樣本。樣本腔保持在由轉子流量計 406 所量測之恆定之 100 ml/分鐘空氣淨化下，同時將熔爐 404 加熱至 350°C 並在彼溫度下保持 1 個小時以收集腔背景樣本。此後，經塗佈玻璃容器 100 定位在樣本腔 402 中且樣本腔保持在恆定之 100 ml/分鐘空氣淨化下並加熱至高溫，且樣本腔在彼溫度下保持一時間段以自經塗佈玻璃容器 100 收集樣本。玻璃樣本腔 402 由 Pyrex 製造，限制最大分析溫度至 600°C。玻璃熱解析管（Carbotrap 300）吸附劑阱 408 裝配在樣本腔之排出埠上，以在所得揮發性物種自樣本釋放並藉由空氣淨化氣體 410 掃過吸收揮發性物種之高吸水性樹脂時吸收所得揮發物。隨後，高吸水性樹脂直接置放至格斯特爾熱脫附單元（Gerstel Thermal Desorption unit）中，該熱脫附單元直接耦接至 Hewlett Packard 5890II 系氣相色譜儀/Hewlett Packard 5989 MS 引擎。除氣物種在 350°C 下自高吸水性樹脂熱脫附且低溫集中在非極性氣相色譜柱（DB-5MS）之頭端處。氣相色譜儀內之溫度以 10°C/分鐘之速率增加至 325°C 之

最終溫度，以便分離及純化揮發性有機物種及半揮發性有機物種。已證明分離機制係基於蒸發不同有機物之熱能，本質上產生沸點或蒸餾色譜圖。在分離後，藉由傳統電子碰撞電離質譜協定分析經純化之物種。藉由在標準化條件下操作，所得質譜可與現有質譜庫相比較。

【0196】 在一些實施例中，在暴露至約 250°C、約 275°C、約 300°C、約 320°C、約 360°C 或甚至約 400°C 之高溫約 15 分鐘、約 30 分鐘、約 45 分鐘或約 1 小時之時間段期間，本文所述之經塗佈玻璃容器展現小於或等於約 54.6 ng/cm²、小於或等於約 27.3 ng/cm² 或甚至小於或等於約 5.5 ng/cm² 之除氣。此外，經塗佈玻璃容器在特定溫度範圍中可能係熱穩定的，意指，經塗佈容器在特定範圍內之每一溫度下展現如上所述之某一除氣。在除氣量測前，經塗佈玻璃容器可處於塗佈狀態條件（亦即，緊接著塗覆光滑塗層）或接著去熱解、冷凍乾燥或高溫滅菌中之任一者。在一些實施例中，經塗佈玻璃容器 100 可實質上不展現除氣。

【0197】 在一些實施例中，除氣資料可用於決定光滑塗層之質量損失。預熱處理塗層質量可藉由塗層之厚度（藉由 SEM 影像或其他方式決定）、光滑塗層之密度及光滑塗層之表面面積來決定。此後，經塗佈玻璃容器可經歷除氣程序，且質量損失可藉由求出除氣中排出之質量與預熱處理質量之比率來決定。

【0198】 本文所述之經塗佈玻璃容器具有四點彎曲強度。為量測玻璃容器之四點彎曲強度，將為經塗佈玻璃容器 100 之

前驅物之玻璃管用於量測。玻璃管具有與玻璃容器相同之直徑，但玻璃管不包括玻璃容器底座或玻璃容器口（亦即，在將管成形為玻璃容器前）。隨後，玻璃管經歷四點彎曲應力測試以誘發機械破壞。在 50% 之相對濕度下用間隔開 9" 之外部接觸構件及間隔開 3" 之內部接觸構件以 10 mm/分鐘之加載速率執行測試。

【0199】亦可對經塗佈及磨損之管執行四點彎曲應力量測。如在磨損小瓶之水平壓縮強度之量測中所述，測試夾 300 之操作可對管表面產生磨損（諸如，減弱管之強度之表面刮痕）。隨後，玻璃管經歷四點彎曲應力測試以誘發機械破壞。在 25 °C 及 50% 之相對濕度下使用間隔開 9" 之外部探針及間隔開 3" 之內部接觸構件以 10 mm/分鐘之加載速率執行測試，同時管經定位以使得在測試期間刮痕在張力下出現。

【0200】在一些實施例中，具有光滑塗層之玻璃管之四點彎曲強度在磨損後展現比在相同條件下磨損之未經塗佈玻璃管之機械強度平均高至少 10%、20% 或甚至 50% 之機械強度。

【0201】參看第 11 圖，可藉由使用分光光度計量測容器在 400 nm 到 700 nm 之間的波長範圍內之光透射來評估經塗佈容器之透明度及顏色。藉由將光束垂直於容器壁引向容器上，以使得光束兩次穿過光滑塗層（第一次在進入容器時穿過，且隨後在退出容器時穿過）來執行該等量測。在一些實施例中，針對約 400 nm 至約 700 nm 之波長，穿過經塗佈玻璃容器之光透射可大於或等於穿過未經塗佈玻璃容器之光透射之約 55%。如本文中所述，可在熱處理前或熱處理後（諸如，本文

中所述之熱處理)量測光透射。舉例而言，針對約 400 nm 至約 700 nm 之每一波長，光透射可大於或等於穿過未經塗佈玻璃容器之光透射之約 55%。在其他實施例中，針對約 400 nm 至約 700 nm 之波長，穿過經塗佈玻璃容器之光透射大於或等於穿過未經塗佈玻璃容器之光透射之約 55%、約 60%、約 65%、約 70%、約 75%、約 80%或甚至約 90%。

【0202】如在本文中所述，可在環境處理(諸如，本文中所述之熱處理)前或環境處理後量測光透射。舉例而言，在約 250℃、約 260℃、約 270℃、約 280℃、約 290℃、約 300℃、約 310℃、約 320℃、約 330℃、約 340℃、約 350℃、約 360℃、約 370℃、約 380℃、約 390℃或約 400℃之熱處理達 30 分鐘之時間段之後，或暴露至冷凍乾燥條件後，或在暴露至高壓滅菌條件後，針對約 400 nm 至約 700 nm 之波長，穿過經塗佈玻璃容器之光透射大於或等於穿過未經塗佈玻璃容器之光透射之約 55%、約 60%、約 65%、約 70%、約 75%、約 80%或甚至約 90%。

【0203】在一些實施例中，當在任何角度觀測時，經塗佈玻璃容器 100 可被認為係對人類肉眼而言係無色的且透明的。在一些其他實施例中，光滑塗層 160 可具有明顯顏色，諸如當光滑塗層 160 包含由購自 Aldrich 之聚(苯四甲酸二酐-共-4,4'-氧二苯胺)醯胺酸形成的聚醯亞胺時。

【0204】在一些實施例中，具有光滑塗層 160 之玻璃容器 100 可具有能夠收納黏著劑標籤之外表面。換言之，儘管光滑塗層 160 具有低摩擦係數，但塗層仍能夠收納黏著劑標籤，以

使得黏著劑標籤固定地附接。然而，附接黏著劑標籤之能力並非本文中所述之具有光滑塗層 160 之玻璃容器 100 之全部實施例所必需。

【0205】 再次參看第 8 圖，在一些實施例中，光滑塗層 160 可為暫態塗層。如在本文中所使用，片語「暫態塗層」意謂塗層並非永久地附著至玻璃容器 100 且塗層可能（諸如）藉由沖洗、加熱（亦即，熱解）等自玻璃容器 100 移除。舉例而言，在光滑塗層 160 為可藉由熱解移除之暫態塗層的實施例中，塗層可在小於或等於約 300°C 之溫度下熱解。或者，光滑塗層 160 可為可藉由以清潔劑與水之溶液沖洗玻璃容器而移除的暫態塗層。

【0206】 在本文所述之實施例中，玻璃容器可塗佈有無機塗層、暫態有機塗層及/或韌性有機塗層，以便達到所要之低摩擦係數及抗損壞性。

無機塗層

【0207】 仍參看第 8 圖，在本文所述之一些實施例中，光滑塗層 160 為無機塗層。無機塗層可為永久地附著至玻璃容器之主體 102 之外表面 106 之韌性無機塗層。韌性無機塗層之特性不會由於暴露至高溫而降級，且如此，具有韌性無機塗層之玻璃容器之摩擦係數及水平壓縮強度在暴露至高溫（包括（但不限於）在約 250°C 至約 400°C 之範圍中之溫度）之前及之後實質上相同。韌性無機塗層為塗覆至主體之外表面之至少一部分的連續塗層，且韌性無機塗層大體上不溶於水及/或有機溶劑。舉例而言，在一些實施例中，韌性無機塗層可包

含金屬氮化物塗層、金屬硫化物塗層、金屬氧化物塗層、 SiO_2 、類金剛石碳或碳化物塗層。舉例而言，韌性無機塗層可包括以下中之至少一者： TiN 、 BN 、 hBN 、 TiO_2 、 Ta_2O_5 、 HfO_2 、 Nb_2O_5 、 V_2O_5 、 SnO 、 SnO_2 、 ZrO_2 、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 ZnO 、 MoS_2 、 BC 、 SiC 或相對於類經塗佈玻璃容器展現相對低之摩擦係數以及具有相對高之熱穩定性之類似金屬氧化物、金屬氮化物及碳化物塗層。在該等實施例中，塗層可藉由物理氣相沉積方法（諸如，蒸發、電子束蒸發、直流磁控濺鍍、非平衡直流磁控濺鍍、交流磁控濺鍍及非平衡交流磁控濺鍍）塗覆至玻璃容器之外表面。或者，塗層可藉由粉末塗佈來塗覆。亦可使用化學氣相沉積（CVD）技術來塗覆塗層，該等技術包括，超高真空 CVD、低壓 CVD、大氣壓 CVD、金屬有機化合物 CVD、雷射 CVD、光化學 CVD、氣溶膠輔助 CVD、微波電漿輔助 CVD、電漿增強 CVD、直接液體注入 CVD、原子層 CVD、燃燒 CVD、熱絲 CVD、快熱 CVD、化學氣相滲透及化學束磊晶。

【0208】在一個特定實施例中，韌性無機塗層為類金剛石碳。由類金剛石碳形成之薄膜或塗層大體上展現低摩擦係數及高硬度。具體言之，DLC 塗層中之大量碳為 SP^3 雜化碳。該材料將金剛石之一些特性賦予該等塗層，如高硬度及優異的耐磨性。DLC 塗層之硬度與 SP^3 雜化碳之含量成正例。DLC 塗層可藉由離子束沉積、陰極電弧噴射、脈衝雷射燒蝕、氬離子濺鍍及電漿輔助化學氣相沉積而沉積在玻璃容器之外表面上。取決於所沉積 DLC 塗層之厚度、特定之沉積方法及塗層

之組成物，沉積層之顏色可自光學透明之黃色（亦即， $0.1\ \mu\text{m}$ 厚之 DLC 薄膜可使用淺黃色淡色而光學透明）變化至琥珀色及黑色。

【0209】或者，光滑塗層 160 可為暫時附著至玻璃容器之外表面之無機塗層，諸如，暫態塗層。在該等實施例中，暫態塗層可包括無機鹽，諸如 MgSO_4 、 CaSO_4 、 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 、 $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ 、 KNO_3 、 K_3PO_4 等等。

有機塗層

【0210】在一些替代實施例中，光滑塗層 160 可為有機塗層，諸如暫時附著至玻璃容器之外表面之暫態塗層或永久地附著至玻璃容器之外表面之韌性有機塗層。

【0211】關於有機暫態塗層，對於保護玻璃物件（諸如，玻璃容器等）之表面在製造期間免受損壞，以便緩和歸因於與玻璃之接觸而引起之表面缺陷之玻璃機械強度之降低是理想的。此舉大體上藉由塗覆具有低摩擦係數之塗層（如上所述）而實現。然而，因為玻璃容器可能經歷進一步處理，故塗層不需要永久地附著至玻璃容器之外表面，而是塗層可在塗層完成保護玻璃物件之目的後在下游處理步驟中移除。舉例而言，暫態塗層可藉由熱解而移除。在本文所述之實施例中，暫態塗層可在小於或等於 300°C 之溫度下熱解達小於或等於 1 小時之時間段。或者，暫態塗層可在 265°C 之溫度下熱解 2.5 小時或甚至在 360°C 下熱解 10 分鐘或更短時間。

【0212】各種有機材料可用於形成暫態塗層。舉例而言，在一些實施例中，暫態塗層可包含（例如）美國專利第 3,577,256

號中所揭示之聚乙二醇、丙烯酸樹脂、三聚氰胺甲醛樹脂及聚乙烯醇之混合物。此塗層可在形成後塗覆至玻璃容器之外表面且此塗層可在退火窯中自玻璃表面熱解。

【0213】在另一實施例中，暫態有機塗層可包含一或多種多糖，如在描述可移除保護塗層之美國專利第 6,715,316B2 號中所揭示。此等塗層可使用溫和的基於水之清潔劑（諸如（例如）2%之 Semiclean KG 於水中）而自玻璃表面移除。

【0214】在另一實施例中，暫態有機塗層可為「冷端」塗層（如在美國專利第 4,055,441 號中所描述）或類似塗層。此等塗層可由以下中之至少一者形成：聚環氧乙烷；聚環氧丙烷；環氧乙烷-環氧丙烷共聚物；聚乙烯吡咯啉酮；聚乙烯亞胺；聚甲基乙烯基醚；聚丙烯醯胺；聚甲基丙烯酸醯胺；聚氨酯；聚乙酸乙烯酯；聚乙烯甲醛；聚甲醛，包括聚縮醛及縮醛共聚物；聚甲基丙烯酸烷基酯；甲基纖維素；乙基纖維素；羥乙基纖維素；羥丙基纖維素；羧甲基纖維素鈉；甲基羥丙基纖維素；聚丙烯酸及聚丙烯酸鹽；聚甲基丙烯酸及聚甲基丙烯酸鹽；乙烯-順丁烯二酸酐共聚物；乙烯-乙醇共聚物；乙烯-丙烯酸共聚物；乙酸乙烯酯-乙醇共聚物；甲基乙烯基醚-順丁烯二酸酐共聚物；可乳化聚氨酯；聚氧乙烯硬脂酸酯；及聚烯烴，包括聚乙烯、聚丙烯及聚乙烯、聚丙烯之共聚物、澱粉及改質澱粉、親水膠體、聚丙烯醯胺、植物脂肪及動物脂肪、蠟、牛脂、皂、硬脂-石蠟乳液、二甲基或二苯基或甲基/苯基聚矽氧烷混合物、全氟化矽氧烷及其他經取代矽氧烷、烷基矽烷、芳族矽烷及氧化聚乙烯，以上之組合物或類

似塗層。

【0215】 暫態有機塗層可藉由使此塗層直接與玻璃容器接觸來塗覆。舉例而言，塗層可藉由浸沒製程，或替代性地藉由噴射或其他適合手段來塗覆。然後，塗層可在高溫下乾燥且視情況固化。

【0216】 現參看第 8 圖及第 12A 圖，在一些實施例中，光滑塗層 160 為附著至玻璃主體 102 之外表面 106 之至少一部分之韌性有機塗層。韌性有機塗層具有低摩擦係數且在高溫下亦係熱穩定的，如上所述。光滑塗層 160 具有外表面 162 及玻璃接觸表面 164。在光滑塗層 160 為韌性有機塗層之實施例中，光滑塗層 160 可包含偶合劑層 180 及聚合物層 170，該偶合劑層 180 與玻璃主體 102 之外表面 106 直接接觸，該聚合物層 170 與偶合劑層 180 直接接觸。然而，應理解，在一些實施例中，光滑塗層 160 可不包括偶合劑層 180，且聚合物層 170 可與玻璃主體 102 之外表面 106 直接接觸。在一些實施例中，光滑塗層 160 為如在 2013 年 2 月 28 日申請且題為「Glass Articles with Low Friction Coatings」的美國臨時申請案第 13/780,754 號中所述之塗層，該案全文以引用之方式併入本文中。

【0217】 現參看第 8 圖及第 12A 圖，在一個實施例中，光滑塗層 160 包含雙層結構。第 12A 圖圖示經塗佈玻璃容器之一部分之橫截面，其中光滑塗層 160 包含聚合物層 170 及偶合劑層 180。聚合物層 170 中可含有聚合物化學組成物且偶合劑層 180 中可含有偶合劑。偶合劑層 180 可與玻璃主體 102 之外表

面 106 直接接觸。聚合物層 170 可與偶合劑層 180 直接接觸且聚合物層 170 可形成光滑塗層 160 之外表面 162。在一些實施例中，偶合劑層 180 結合至玻璃主體 102 之外表面 106 且聚合物層 170 在界面 174 處結合至偶合劑層 180。然而，應理解，在一些實施例中，光滑塗層 160 可不包括偶合劑，且聚合物化學組成物可安置於聚合物層 170 中，該聚合物層 170 與玻璃主體 102 之外表面 106 直接接觸。在另一實施例中，聚合物化學組成物及偶合劑可實質上混合在單一層中。在一些其他實施例中，聚合物層 170 可定位在偶合劑層 180 上方，意謂聚合物層 170 相對於偶合劑層 180 及玻璃主體 102 之外表面 106 位於外層中。如在本文中使用，定位在第二層「上方」之第一層意指，第一層可與第二層直接接觸或與第二層分離，諸如與安置於第一層與第二層之間的第三層直接接觸。

【0218】現參看第 12B 圖，在一個實施例中，光滑塗層 160 可進一步包含定位在偶合劑層 180 與聚合物層 170 之間的界面層 190。界面層 190 可包含聚合物層 170 之一或多種化學組成物，該一或多種化學組成物與偶合劑層 180 之一或多種化學組成物結合。在該實施例中，偶合劑層 180 及聚合物層 170 之界面形成界面層 190，其中在聚合物化學組成物與偶合劑之間發生結合。然而，應理解，在一些實施例中，在偶合劑層 180 及聚合物層 170 之界面處可能不存在可觀層，聚合物及偶合劑在該可觀層中彼此化學結合，如上文參考第 12A 圖所描述。

【0219】在另一實施例中，聚合物化學組成物及偶合劑可實質

上混合在單一層中，形成光滑塗層之均勻層。此混合單一層可與玻璃主體 102 之外表面 106 直接接觸。如在本文中所述，聚合物層 170 及偶合劑層 180 之材料（亦即，分別為至少一種聚合物及至少一種偶合劑）可經混合以形成至少一層光滑塗層 160。混合層光滑塗層 160 可另外包含除聚合物化學組成物及偶合劑之外之材料。為形成混合層光滑塗層 160，在將光滑塗層 160 塗覆至玻璃容器 100 上前，此層各種材料可一起混合在溶液中。在其他實施例中，混合層可在非混合層上方或下方，諸如（例如）聚合物與偶合劑之混合層在實質上僅聚合物材料之層下方。在其他實施例中，光滑塗層可包含超過兩層，諸如，三或四層。

【0220】塗覆至玻璃主體 102 之外表面 106 之光滑塗層 160 可具有小於約 100 μm 或甚至小於或等於約 1 μm 之厚度。在一些實施例中，光滑塗層 160 之厚度可小於或等於約 100 nm 厚。在其他實施例中，光滑塗層 160 可為小於約 90 nm 厚、小於約 80 nm 厚、小於約 70 nm 厚、小於約 60 nm 厚、小於約 50 nm 厚或甚至小於約 25 nm 厚。在一些實施例中，光滑塗層 160 可能不具有遍及玻璃主體 102 之整體之均勻厚度。舉例而言，經塗佈玻璃容器 100 可在一些區域中具有較厚光滑塗層 160，此係歸因於使玻璃主體 102 之外表面 106 與形成光滑塗層 160 之一或多個塗層溶液接觸之製程。在一些實施例中，光滑塗層 160 可具有非均勻之厚度。舉例而言，塗層厚度可在經塗佈玻璃容器 100 之不同區域上改變，此舉可促進所選區域之保護。在另一實施例中，僅玻璃主體之外表面

106 之所選部分塗佈有光滑塗層 160。

【0221】在包括至少兩層（諸如，聚合物層 170、界面層 190 及/或偶合劑層 180）之實施例中，每一層具有小於約 100 μm 或甚至小於或等於約 1 μm 之厚度。在一些實施例中，每一層之厚度可小於或等於約 100 nm。在其他實施例中，每一層可為小於約 90 nm 厚、小於約 80 nm 厚、小於約 70 nm 厚、小於約 60 nm 厚、小於約 50 nm 厚或甚至小於約 25 nm 厚。

【0222】如本文中所述，在一些實施例中，光滑塗層 160 包含偶合劑。偶合劑可改善聚合物化學組成物至玻璃主體 102 之外表面 106 之附著或結合，且偶合劑大體上安置於玻璃主體 102 與聚合物化學組合物層 170 中之聚合物化學組成物之間或與聚合物化學組成物混合。如本文中所使用，附著係指在對經塗佈玻璃容器實施處理（諸如，熱處理）之前及之後聚合物層之附著或結合強度。熱處理包括（但不限於）高壓滅菌、去熱解、冷凍乾燥等。

【0223】在一個實施例中，偶合劑可包含至少一種矽烷化學組成物。如本文中所使用，「矽烷」化學組成物為任何化學組成物，該化學組成物包含矽烷部分（包括功能性有機矽烷）以及由矽烷於水溶液中形成之矽醇。偶合劑之矽烷化學組成物可為芳族或脂族。在一些實施例中，至少一種矽烷化學組成物可包含胺部分，諸如一級胺部分或二級胺部分。此外，偶合劑可包含此等矽烷之水解產物及/或寡聚物，諸如由一或多種矽烷化學組成物形成之一或多種倍半氧矽烷化學組成物。倍半氧矽烷化學組成物可包含完整籠形結構、部分籠形

結構或不包含籠形結構。

【0224】 偶合劑可包含任何數目之不同化學組成物，諸如一種化學組成物、兩種不同化學組成物或兩種以上不同化學組成物（包括由一種以上單體化學組成物形成之寡聚物）。在一個實施例中，偶合劑可包含以下中之至少一者：（1）第一矽烷化學組成物、該化學組成物之水解產物或該化學組成物之寡聚物；及（2）由至少第一矽烷化學組成物及第二矽烷化學組成物之低聚合形成之化學組成物。在另一實施例中，偶合劑包含第一矽烷及第二矽烷。如在本文中所使用，「第一」矽烷化學組成物及「第二」矽烷化學組成物為具有不同化學組成物之矽烷。第一矽烷化學組成物可為芳族或脂族化學組成物，第一矽烷化學組成物可視情況包含胺部分且可視情況為烷氧矽烷。類似地，第二矽烷化學組成物可為芳族或脂族化學組成物，第二矽烷化學組成物可視情況包含胺部分且可視情況為烷氧矽烷。

【0225】 舉例而言，在一個實施例中，僅一種矽烷化學組成物應用為偶合劑。在此實施例中，偶合劑可包含矽烷化學組成物、該矽烷化學組成物之水解產物或該矽烷化學組成物之寡聚物。

【0226】 在另一實施例中，多種矽烷化學組成物可應用為偶合劑。在此實施例中，偶合劑可包含以下中之至少一者：（1）第一矽烷化學組成物及第二矽烷化學組成物之混合物；及（2）由至少第一矽烷化學組成物及第二矽烷化學組成物之低聚合形成之化學組成物。

【0227】參看上文所述之實施例，第一矽烷化學組成物、第二矽烷化學組成物或兩者皆可為芳族化學組成物。如在本文中所使用，芳族化學組成物含有苯系特有之一或多個六碳環及相關有機部分。芳族矽烷化學組成物可為烷氧矽烷，諸如（但不限於）二烷氧矽烷化學組成物、該二烷氧矽烷化學組成物之水解產物或該二烷氧矽烷化學組成物之寡聚物，或三烷氧矽烷化學組成物、該三烷氧矽烷化學組成物之水解產物或該三烷氧矽烷化學組成物之寡聚物。在一些實施例中，芳族矽烷可包含胺部分且芳族矽烷可為包含胺部分之烷氧矽烷。在另一實施例中，芳族矽烷化學組成物可為芳族烷氧矽烷化學組成物、芳族醯氧矽烷化學組成物、芳族鹵素矽烷化學組成物或芳族胺基矽烷化學組成物。在另一實施例中，芳族矽烷化學組成物可選自由以下組成之群組：胺基苯、3-(間胺基酚)丙基、N-苯胺丙基或(氯甲基)苯基取代烷氧基、醯氧基、鹵素或胺基矽烷。舉例而言，芳族烷氧矽烷可為（但不限於）胺苯基三甲氧基矽烷（本文中有時稱為「A_{Ph}TMS」）、胺苯基二甲氧基矽烷、胺苯基三乙氧基矽烷、胺苯基二乙氧基矽烷、3-(間胺基苯氧基)丙基三甲氧基矽烷、3-(間胺基苯氧基)丙基二甲氧基矽烷、3-(間胺基苯氧基)丙基三乙氧基矽烷、3-(間胺基苯氧基)丙基二乙氧基矽烷、N-苯基胺丙基三甲氧基矽烷、N-苯基胺丙基二甲氧基矽烷、N-苯基胺丙基三乙氧基矽烷、N-苯基胺丙基二乙氧基矽烷、以上各者之水解產物或以上各者之低聚合化學組成物。在示例性實施例中，芳族矽烷化學組成物可為胺苯基三甲氧基矽烷。

【0228】 再次參看上文所述之實施例，第一矽烷化學組成物、第二矽烷化學組成物或兩者皆可為脂族化學組成物。如本文中所使用，脂族化學組成物為非芳族的，諸如，具有開鏈結構之化學組成物（諸如，但不限於烷烴、烯烴及炔烴）。舉例而言，在一些實施例中，偶合劑可包含為以下化學組成物：該化學組成物烷氧矽烷且可為脂族烷氧矽烷，諸如（但不限於）二烷氧矽烷化學組成物、該二烷氧矽烷化學組成物之水解產物或該二烷氧矽烷化學組成物之寡聚物或三烷氧矽烷化學組成物、該三烷氧矽烷化學組成物之水解產物或該三烷氧矽烷化學組成物之寡聚物。在一些實施例中，脂族矽烷可包含胺部分且脂族矽烷可為包含胺部分之烷氧矽烷，諸如，胺基烷基三烷氧基矽烷。在一個實施例中，脂族矽烷化學組成物可選自由以下組成之群組：3-胺丙基、N-(2-胺乙基)-3-胺丙基、乙烯基、甲基、N-苯胺丙基、(N-苯基胺基)甲基、N-(2-乙烯基苯甲基胺基乙烷基)-3-胺丙基取代烷氧基、醯氧基、鹵素或胺基矽烷、以上各者之水解產物或以上各者之寡聚物。胺基烷基三烷氧基矽烷包括（但不限於）3-胺丙基三甲氧基矽烷（本文中有時稱為「GAPS」）、3-胺丙基二甲氧基矽烷、3-胺丙基三乙氧基矽烷、3-胺丙基二乙氧基矽烷、N-(2-胺基乙基)-3-胺丙基三甲氧基矽烷、N-(2-胺基乙基)-3-胺丙基二甲氧基矽烷、N-(2-胺基乙基)-3-胺丙基三乙氧基矽烷、N-(2-胺基乙基)-3-胺丙基二乙氧基矽烷、以上各者之水解產物及以上各者之寡聚化學組成物。在其他實施例中，脂族烷氧矽烷化學組成物可不含胺部分，諸如烷基三烷氧基矽烷或烷基二烷

氧基矽烷。此等烷基三烷氧基矽烷或烷基二烷氧基矽烷包括（但不限於）乙烯基三甲氧基矽烷、乙烯基二甲氧基矽烷、乙烯基三乙氧基矽烷、乙烯基二乙氧基矽烷、甲基三甲氧基矽烷、甲基二甲氧基矽烷、甲基三乙氧基矽烷、甲基二乙氧基矽烷、以上各者之水解產物及以上各者之寡聚化學組成物（包括胺基功能性倍半氧矽烷寡聚物，諸如（但不限於）由 Gelest 製造之 WSA-7011、WSA-9911、WSA-7021、WSAV-6511）。在示例性實施例中，脂族矽烷化學組成物為 3-胺基丙基三甲氧基矽烷。

【0229】在另一實施例中，偶合劑層 180 可包含化學物種，該等化學物種為胺基烷氧矽烷之水解類似物，諸如（但不限於）（3-胺丙基）矽烷三醇、N-（2-胺乙基）-3-胺丙基-矽烷三醇及/或以上各者之混合物。

【0230】在另一實施例中，偶合劑層 180 可包含化學物種，該等化學物種為胺基烷氧倍半氧矽烷。在一個實施例中，偶合劑層 180 包含胺丙基倍半氧矽烷（APS）寡聚物（作為水溶液購自 Gelest）。

【0231】在另一實施例中，偶合劑層 180 可為無機材料，諸如金屬及/或陶瓷薄膜。用作偶合劑層 180 之適合無機材料的非限制性實例包括錫、鈦及/或以上各者之氧化物。

【0232】已發現，由不同化學組成物之組合（尤其是矽烷化學組成物之組合）形成偶合劑可改善光滑塗層 160 之熱穩定性。舉例而言，已發現，芳族矽烷及脂族矽烷之組合（諸如，如上所描述之彼等）改善光滑塗層之熱穩定性，從而產生保持

光滑塗層之機械特性（諸如，在高溫下熱處理後之摩擦係數及附著效能）之塗層。因此，在一個實施例中，偶合劑包含芳族及脂族矽烷之組合。在該等實施例中，脂族矽烷與芳族矽烷之比（脂族：芳族）可為約 1：3 至約 1：0.2。若偶合劑包含兩種或兩種以上化學組成物，諸如，至少一種脂族矽烷及芳族矽烷，兩種化學組成物之重量比可為任何比，諸如，約 0.1：1 至約 10：1 之第一矽烷化學組成物與第二矽烷化學組成物之重量比（第一矽烷：第二矽烷）。舉例而言，在一些實施例中，比率可為 0.5：1 至約 2：1，諸如 2：1、1：1、0.5：1。在一些實施例中，偶合劑可包含多種脂族矽烷及/或多種芳族矽烷之組合，該等組合可在有機或無機填料存在或不存在的情況下以一或多個步驟塗覆至玻璃容器。在一些實施例中，偶合劑包含由脂族及芳族矽烷兩者形成之寡聚物，諸如，倍半氧矽烷。

【0233】在示例性實施例中，第一矽烷化學組成物為芳族矽烷化學組成物，且第二矽烷化學組成物為脂族矽烷化學組成物。在一個示例性實施例中，第一矽烷化學組成物為包含至少一個胺部分之芳族烷氧矽烷化學組成物，且第二矽烷化學組成物為包含至少一個胺部分之脂族烷氧矽烷化學組成物。在另一示例性實施例中，偶合劑包含一或多種矽烷化學組成物之寡聚物，其中寡聚物為倍半氧矽烷化學組成物，且矽烷化學組成物中之至少一種包含至少一個芳族部分及至少一個胺部分。在一個特定示例性實施例中，第一矽烷化學組成物為胺苯基三甲氧基矽烷，且第二矽烷化學組成物為 3-胺丙基

三甲氧基矽烷。芳族矽烷與脂族矽烷之比可為約 1：1。在另一特定例示性實施例中，偶合劑包含由胺苯基三甲氧基及 3-胺丙基三甲氧基形成之寡聚物。在另一實施例中，偶合劑可包含胺苯基三甲氧基及 3-胺丙基三甲氧基之混合物及由兩者形成之寡聚物兩者。

【0234】 在一個實施例中，偶合劑經藉由浸沒製程使表面與稀釋偶合劑接觸而塗覆至玻璃主體 102 之外表面 106。當塗覆至玻璃主體 102 時，偶合劑可混合在溶劑中。在另一實施例中，偶合劑可藉由噴射或其他適合手段塗覆至玻璃主體 102。隨後，具有偶合劑之玻璃主體可在約 120℃ 下乾燥約 15 分鐘，或以足以充分地釋放壁部 110 之外表面 106 上存在之水及/或其他有機溶劑之任何時間及溫度下乾燥。

【0235】 參看第 12A 圖，在一個實施例中，偶合劑定位在玻璃容器上作為偶合劑層 180，且偶合劑作為溶液而塗覆，該溶液包含與水及有機溶劑（諸如但不限於甲醇）中之至少一者混合之約 0.5 重量%之第一矽烷及約 0.5 重量%之第二矽烷（總計 1 重量%矽烷）。然而，應理解，溶液中之總矽烷濃度可大於或小於約 1 重量%，諸如約 0.1 重量%至約 10 重量%、約 0.3 重量%至約 5.0 重量%或約 0.5 重量%至約 2.0 重量%。舉例而言，在一個實施例中，有機溶劑與水之重量比（有機溶劑：水）可為約 90：10 至約 10：90，且在一個實施例中該重量比可為約 75：25。矽烷與溶劑之重量比可影響偶合劑層之厚度，其中偶合劑溶液中之增加之矽烷化學組成物百分數可增加偶合劑層 180 之厚度。然而，應理解，其他變量可影響偶合劑

層 180 之厚度，諸如（但不限於），浸漬塗佈製程之特性，諸如自浴之抽出速度。舉例而言，較快之抽出速率可形成較厚之偶合劑層 180。

【0236】在一個實施例中，偶合劑層 180 作為包含第一矽烷化學物種及第二矽烷化學物種之溶液而塗覆，該溶液可改善光滑塗層 160 之熱穩定性及/或機械特性。舉例而言，第一矽烷化學物種可為脂族矽烷，諸如 GAPS，且第二矽烷化學物種可為芳族矽烷，諸如 APhTMS。在該實施例中，脂族矽烷與芳族矽烷之比（脂族：芳族）可為約 1：1。然而，應理解，其他比係可能的，包括約 1：3 至約 1：0.2，如上所述。芳族矽烷化學物種及脂族矽烷化學物種可與水及有機溶劑（諸如但不限於，甲醇）中之至少一者混合。隨後，該溶液可塗佈在玻璃主體 102 之外表面 106 上且經固化以形成偶合劑層 180。

【0237】在另一實施例中，偶合劑層 180 作為包含 0.1 體積%之市售胺丙基倍半氧矽烷寡聚物之溶液而塗覆。可使用其他濃度之偶合劑層溶液，包括（但不限於）0.01 體積%至 10.0 體積%之胺丙基倍半氧矽烷寡聚物溶液。

【0238】在一些實施例中，偶合劑層 180 足夠熱穩定，以使得偶合劑層 180 可在無任何額外塗層（諸如，聚合物化學組成物層 170 等）的情況下獨自用作光滑塗層 160。因此，應理解，在該等實施例中，光滑塗層 160 包括單一組成物，具體言之，偶合劑。

【0239】如本文所述，當光滑塗層 160 為韌性有機塗層時，塗層亦可包括聚合物化學組成物以作為聚合物化學組成物層

170。在存在或不存在有機或無機填料之情況下，聚合物化學組成物可為熱穩定聚合物或聚合物之混合物，諸如（但不限於），聚醯亞胺、聚苯並咪唑、聚砒、聚醚醚酮、聚醚醯亞胺、聚醯胺、聚苯、聚苯並噻唑、聚苯並噁唑、聚二噻唑及聚芳雜環聚合物。聚合物化學組成物可由其他熱穩定聚合物形成，諸如在 200°C 至 400°C 之範圍中（包括 250°C、300°C 及 350°C）之溫度下不降解之聚合物。該等聚合物可塗覆有或未塗覆有偶合劑。

【0240】 在一個實施例中，聚合物化學組成物為聚醯亞胺化學組成物。若光滑塗層 160 包含聚醯亞胺，則聚醯亞胺組成物可能來源於藉由單體之聚合而形成在溶液中之聚醯胺酸。一種此類聚醯胺酸為 Novastrat® 800（購自 NeXolve）。固化步驟醯亞胺化聚醯胺酸以形成聚醯亞胺。聚醯胺酸可由二元胺單體（諸如，二元胺）及酸酐單體（諸如，二酐）之反應形成。如在本文中所使用，聚醯亞胺單體描述為二元胺單體及二酐單體。然而，應理解，儘管二元胺單體包含兩個胺部分，但在以下描述中，包含至少兩個胺部分之任何單體可適用為二元胺單體。類似地，應理解，儘管二酐單體包含兩個酸酐部分，但在以下描述中，包含至少兩個酸酐部分之任何單體可適用為二酐單體。酸酐單體之酸酐部分與二元胺單體之胺部分之間的反應形成聚醯胺酸。因此，如在本文中所使用，由特定單體之聚合形成之聚醯亞胺化學組成物係指聚醯亞胺，該聚醯亞胺在亞胺化由彼等特定單體形成之聚醯胺酸後形成。大體上，總酸酐單體與二元胺單體之莫耳比可為約 1：

1。儘管聚醯亞胺可僅由兩種不同化學組成物（一種酸酐單體及一種二元胺單體）形成，但至少一個酸酐單體可經聚合且至少一個二元胺單體可經聚合以形成聚醯亞胺。舉例而言，一個酸酐單體可與兩個不同二元胺單體聚合。可使用任何數目之單體物種組合。此外，一個酸酐單體與不同酸酐單體或一或多個二元胺單體與不同二元胺單體之比可為任何比，諸如在約 1：0.1 至 0.1：1 之間，諸如約 1：9、1：4、3：7、2：3、1：1、3：2、7：3、4：1 或 9：1。

【0241】 連同二元胺單體形成聚醯亞胺之酸酐單體可包含任何酸酐單體。在一個實施例中，酸酐單體包含二苯基酮結構。在示例性實施例中，二苯基酮-3,3',4,4'-四甲酸二酐可為形成聚醯亞胺之酸酐單體中之至少一者。在其他實施例中，二元胺單體可具有包括上文所提及之二酐之取代版本之蒽結構、菲結構、芘結構或稠五苯結構。

【0242】 連同酸酐單體形成聚醯亞胺之二元胺單體可包含任何二元胺單體。在一個實施例中，二元胺單體包含至少一個芳族環部分。第 13 圖及第 14 圖圖示二元胺單體之實例，該二元胺單體連同一或多個所選酸酐單體可形成包含聚合物化學組成物之聚醯亞胺。二元胺單體可具有將兩個芳族環部分連接在一起之一或多個碳分子，如在第 13 圖中所示，其中第 13 圖之 R 對應於包含一或多個碳原子之烷基部分。或者，二元胺單體可具有直接連接且不由至少一個碳分子分隔之兩個芳族環部分，如在第 14 圖中所示。二元胺單體可具有由第 13 圖及第 14 圖中之 R' 及 R'' 表示之一或多個烷基部分。舉例而

言，在第 13 圖及第 14 圖中， R' 及 R'' 可表示連接至一或多個芳族環部分之烷基部分，諸如，甲基、乙基、丙基或丁基部分。舉例而言，二元胺單體可具兩個芳族環部分，其中每一芳族環部分具有連接至芳族環部分之烷基部分及連接至芳族環部分之相鄰胺部分。應理解，在第 13 圖及第 14 圖兩者中， R' 及 R'' 可為相同化學部分或可為不同化學部分。或者，在第 13 圖及第 14 圖兩者中， R' 及/或 R'' 可能表示根本無原子。

【0243】二元胺單體之兩種不同化學組成物可形成聚醯亞胺。在一個實施例中，第一二元胺單體包含直接連接且不由鏈接碳分子分隔之兩個芳族環部分，且第二二元胺單體包含兩個芳族環部分，該等兩個芳族環部分與連接兩個芳族環部分之至少一個碳分子連接。在一個例示性實施例中，第一二元胺單體、第二二元胺單體及酸酐單體具有約 0.465 : 0.035 : 0.5 之莫耳比（第一二元胺單體：第二二元胺單體：酸酐單體）。然而，第一二元胺單體與第二二元胺單體之比可在約 0.01 : 0.49 至約 0.40 : 0.10 之範圍中變化，同時酸酐單體比保持在約 0.5。

【0244】在一個實施例中，聚醯亞胺組成物由至少第一二元胺單體、第二二元胺單體及酸酐單體之聚合而形成，其中第一二元胺單體與第二二元胺單體為不同化學組成物。在一個實施例中，酸酐單體為二苯基酮，第一二元胺單體包含直接結合在一起之兩個芳族環，且第二二元胺單體包含兩個芳族環，該等兩個芳族環以連接第一芳族環及第二芳族環之至少一個碳分子結合在一起。第一二元胺單體、第二二元胺單體

及酸酐單體可具有約 0.465 : 0.035 : 0.5 之莫耳比（第一二元胺單體：第二二元胺單體：酸酐單體）。

【0245】在示例性實施例中，第一二元胺單體為聯鄰甲苯胺，第二二元胺單體為 4,4'-亞甲基-雙(2-甲基苯胺)，且酸酐單體為二苯基酮-3,3',4,4'-四甲酸二酐。第一二元胺單體、第二二元胺單體及酸酐單體可具有約 0.465 : 0.035 : 0.5 之莫耳比（第一二元胺單體：第二二元胺單體：酸酐單體）。

【0246】在一些實施例中，聚醯亞胺可由以下中之一或多者之聚合而形成：雙環[2.2.1]庚烷-2,3,5,6-四甲酸二酐、環戊烷-1,2,3,4-四甲酸 1,2;3,4-二酐、雙環[2.2.2]辛烷-2,3,5,6-四甲酸二酐、(4arH,8acH)-十氫-1t,4t:5c,8c-二甲撐萘-2t,3t,6c,7c-四甲酸 2,3:6,7-二酐、2c,3c,6c,7c-四甲酸 2,3:6,7-二酐、5-內-羧甲基雙環[2.2.1]-庚烷-2-外,3-外,5-外-三羧酸 2,3:5,5-二酐、5-(2,5-二氧代四氫-3-呋喃)-3-甲基-3-環己烯-1,2-二羧酸二酐、雙(胺甲基)雙環[2.2.1]庚烷之異構體，或 4,4'-亞甲基雙(2-甲基環己胺)、苯四甲酸二酐(PMDA)、3,3',4,4'-聯苯二酐(4,4'-BPDA)、3,3',4,4'-二苯基酮二酐(4,4'-BTDA)、3,3',4,4'-氧雙鄰苯二甲酸酐(4,4'-ODPA)、1,4-雙(3,4-聯羧基-苯氧基)苯二酐(4,4'-HQDPA)、1,3-雙(2,3-聯羧基-苯氧基)苯二酐(3,3'-HQDPA)、4,4'-雙(3,4-聯羧基氧基苯基)-異亞丙基二酐(4,4'-BPADA)、4,4'-(2,2,2-三氟醚-1-五氟苯亞乙基)雙鄰苯二甲酸酐(3FDA)、4,4'-氧代二苯胺(ODA)、間苯二胺(MPD)、對苯二胺(PPD)、間甲苯二胺(TDA)、1,4-雙(4-胺基苯氧基)苯(1,4,4-APB)、3,3'

-(間亞苯基雙(氧)二苯胺)(APB)、4,4'-二胺基-3,3'-二甲基二苯基甲烷(DMMDA)、2,2'-雙(4-(4-胺基苯氧基)苯基)丙烷(BAPP)、1,4-環己烷二胺 2,2'-雙[4-(4-胺基-苯氧基)苯基]六氟異亞丙基(4-BDAF)、6-胺基-1-(4'-胺基苯)-1,3,3-三甲基茛滿(DAPI)、順丁烯二酸酐(MA)、檸檬康酐(CA)、納迪克酸酐(NA)、4-(苯乙炔基)-1,2-苯二甲酸酐(PEPA)、4,4'-二胺基苯醯苯胺(DABA)、4,4'-(六氟異亞丙基)雙鄰苯二甲酸酐(6-FDA)、苯四甲酸二酐、二苯基酮-3,3',4,4'-四甲酸二酐、3,3',4,4'-二苯基四甲酸二酐、4,4'-(六氟異亞丙基)雙鄰苯二甲酸酐、茱-3,4,9,10-四甲酸二酐、4,4'-氧雙鄰苯二甲酸酐、4,4'-(六氟異亞丙基)雙鄰苯二甲酸酐、4,4'-(4,4'-異亞丙基二苯氧基)雙(鄰苯二甲酸酐)、1,4,5,8-萘四甲酸二酐、2,3,6,7-萘四甲酸二酐，以及在美國專利第 7,619,042 號、美國專利第 8,053,492 號、美國專利第 4,880,895 號、美國專利第 6,232,428 號、美國專利第 4,595,548 號、世界知識產權組織公開案第 2007/016516 號、美國專利公開案第 2008/0214777 號、美國專利第 6,444,783 號、美國專利第 6,277,950 號及美國專利第 4,680,373 號中所述之該等材料。第 15 圖圖示可用於形成塗覆至玻璃主體 102 之聚醯亞胺塗層之一些適合單體之化學結構。在另一實施例中，形成聚醯亞胺之聚醯胺酸溶液可包含聚(苯四甲酸二酐-共-4,4'-氧代二苯胺)醯胺酸(購自 Aldrich)。

【0247】在另一實施例中，聚合物化學組成物可包含氟聚合物。氟聚合物可為共聚物，其中兩個單體皆高度氟化。氟聚

合物之一些單體可為氟乙烯。在一個實施例中，聚合物化學組成物包含非晶形氟聚合物，諸如（但不限於）聚四氟乙烯 AF（購自 DuPont）。在另一實施例中，聚合物化學組成物包含全氟烷氧基（PFA）樹脂顆粒，諸如（但不限於）聚四氟乙烯 PFA TE-7224（購自 DuPont）。

【0248】在另一實施例中，聚合物化學組成物可包含矽氧樹脂。矽氧樹脂可為高度分支的 3 維聚合物，該聚合物由具有通式 $R_nSi(X)_mO_y$ 之分支之籠形低聚矽氧烷形成，其中 R 為非活性取代基，通常為甲基或苯基，且 X 為 OH 或 H。儘管不希望受理論約束，但鹹信，樹脂固化經由 Si-OH 部分之縮聚反應與 Si-O-Si 鍵之形成而發生。矽氧樹脂可具有四個可能的功能性矽氧烷單體單元中之至少一者，該等四個可能的功能性矽氧烷單體單元包括 M 樹脂、D 樹脂、T 樹脂及 Q 樹脂，其中 M 樹脂係指具有通式 R_3SiO 之樹脂，D 樹脂係指具有通式 R_2SiO_2 之樹脂，T 樹脂係指具有通式 $RSiO_3$ 之樹脂且 Q 樹脂係指具有通式 SiO_4 之樹脂（熔融石英）。在一些實施例中，樹脂由 D 單元及 T 單元（DT 樹脂）製造或樹脂由 M 單元及 Q 單元（MQ 樹脂）製造。在其他實施例中，亦使用其他組合（MDT、MTQ、QDT）。

【0249】在一個實施例中，聚合物化學組成物包含苯甲基矽氧樹脂，如此係歸因於苯甲基矽氧樹脂相較於甲基或苯基矽氧樹脂之較高熱穩定性。在聚合物化學組成物中，矽氧樹脂中苯基部分與甲基部分之比可變化。在一個實施例中，苯基與甲基之比為約 1.2。在另一實施例中，苯基與甲基之比為約

0.84。在其他實施例中，苯基部分與甲基部分之比可為約 0.5、0.6、0.7、0.8、0.9、1.0、1.1、1.3、1.4 或 1.5。在一個實施例中，矽氧樹脂為 DC 255（購自 Dow Corning）。在另一實施例中，矽氧樹脂為 DC806A（購自 Dow Corning）。在其他實施例中，聚合物化學組成物可包含 DC 系列樹脂（購自 Dow Corning）及/或 Hardsi 系列 AP 及 AR 樹脂（購自 Gelest）中之任一者。矽氧樹脂可在無偶合劑或有偶合劑之情況下使用。

【0250】在另一實施例中，聚合物化學組成物可包含基於倍半矽氧烷之聚合物，諸如（但不限於）T-214（購自 Honeywell）、SST-3M01（購自 Gelest）、POSS Imiclear（購自 Hybrid Plastics）及 FOX-25（購自 Dow Corning）。在一個實施例中，聚合物化學組成物可包含矽醇部分。

【0251】再次參看第 8 圖及第 12A 圖，光滑塗層 160 可在多階段製程中塗覆，其中玻璃主體 102 與偶合劑溶液接觸以形成偶合劑層 180（如上文所述），並乾燥，隨後（諸如）藉由浸沒製程與聚合物化學組成物（諸如聚合物或聚合物前驅物溶液）接觸，或替代地，聚合物層 170 可藉由噴射或其他適合手段塗覆，並乾燥，且隨後在高溫下固化。或者，若未使用偶合劑層 180，則聚合物層 170 之聚合物化學組成物可直接塗覆至玻璃主體 102 之外表面 106。在另一實施例中，聚合物化學組成物及偶合劑可在光滑塗層 160 中混合，且包含聚合物化學組成物及偶合劑之溶液可以單一塗佈步驟塗覆至玻璃主體 102。

【0252】在一個實施例中，聚合物化學組成物包含聚醯亞胺，

其中聚醯胺酸溶液塗覆在偶合劑層 180 上。在其他實施例中，可使用聚醯胺酸衍生物，諸如（例如）聚醯胺酸鹽、聚醯胺酸酯等等。舉例而言，適合聚醯胺酸鹽可包括由三乙胺形成之聚醯胺酸鹽。其他適合的鹽可包括藉由以下操作形成之彼等鹽：藉由鹼性添加劑去質子化聚醯胺酸之羧酸基團，從而導致所得羧酸鹽基團與羧酸鹽基團之共軛酸之離子相互作用。鹼性添加劑可包括有機物種、無機物種或有機金屬物種或上述各者之組合。無機物種可包括以下部分：諸如，鹼金屬基、鹼土金屬基或金屬基。有機鹼（質子受體）可包括脂族胺、芳族胺或其他有機鹼。脂族胺包括一級胺（諸如（但不限於）乙胺）、二級胺（諸如（但不限於）二乙胺）及三級胺（諸如（但不限於）三乙胺）。芳族胺包括苯胺、吡啶及咪唑。有機金屬鹼可包括 2,2 二甲基丙基氯化鎂或其他。在一個實施例中，聚醯胺酸溶液可包含 1 體積%聚醯胺酸與 99 體積%有機溶劑之混合物。有機溶劑可包含甲苯及以下中之至少一者之混合物：N,N-二甲基乙醯胺（DMAc）、N,N-二甲基甲醯胺（DMF）及 1-甲基-2-吡咯烷酮（NMP）溶劑或以上之混合物。在一個實施例中，有機溶劑溶液包含約 85 體積%以下中之至少一者：DMAc、DMF 及 NMP，及約 15 體積%之甲苯。然而，可使用其他適合有機溶劑。隨後，經塗佈玻璃容器 100 可在約 150°C 下乾燥約 20 分鐘，或以足以充分地釋放光滑塗層 160 中存在之有機溶劑之任何時間及溫度乾燥。

【0253】 在層狀暫態有機光滑塗層實施例中，在玻璃主體 102 與偶合劑接觸以形成偶合劑層 180 及與聚醯胺酸溶液接觸以

形成聚合物層 170 後，經塗佈玻璃容器 100 可在高溫下固化。經塗佈玻璃容器 100 可在 300°C 下固化約 30 分鐘或更短時間，或經塗佈玻璃容器 100 可在高於 300°C 之溫度下（諸如，至少 320°C、340°C、360°C、380°C 或 400°C）固化更短時間。鹹信，在不受理論約束的情況下，固化步驟藉由羧酸部分與醯胺部分之反應醯亞胺化聚合物層 170 中之聚醯胺酸，以產生包含聚醯亞胺之聚合物層 170。固化亦可促進聚醯亞胺與偶合劑之間的結合。隨後經塗佈玻璃容器 100 冷卻至室溫。

【0254】此外，在不受理論約束的情況下，鹹信，固化偶合劑、聚合物化學組成物或兩者釋放揮發性物質，諸如水或其他有機分子。如此，當物件（若用作容器）經熱處理（諸如，用於去熱解）或與材料（諸如，藥物）接觸時（其中物件為材料之封裝），不存在在固化期間釋放之該等揮發性物質。應理解，本文中所述之固化製程為與本文所述之其他加熱處理獨立之加熱處理，諸如與藥物封裝行業中諸如用於界定熱穩定性之去熱解或加熱處理之製程類似或相同之彼等加熱處理，如在本文中所述。

【0255】在一個實施例中，偶合劑包含矽烷化學組成物（諸如，烷氧矽烷），該組成物可改善聚合物化學組成物至玻璃主體之附著。在不受理論約束之情況下，鹹信，烷氧矽烷分子在水中快速水解，形成獨立單體、環狀寡聚物及大分子內環。在各種實施例中，對物種佔據優勢之控制可藉由矽烷類型、濃度、pH、溫度、儲存調節及時間來決定。舉例而言，在低濃度下，在水溶液中，胺丙基三烷氧矽烷（APS）可能係

穩定的且形成三矽醇單體及極低分子量之寡聚環。

【0256】 鹹信，在仍不受理論約束之情況下，一或多個矽烷化學組成物至玻璃主體之反應可涉及若干步驟。如在第 17 圖中所示，在一些實施例中，在矽烷化學組成物水解後，可形成反應性矽醇部分，該反應性矽醇部分可與其他矽醇部分縮合，例如，在基材（諸如，玻璃主體）之表面上之彼等矽醇部分。在第一可水解部分及第二可水解部分水解後，可初始縮合反應。在一些實施例中，朝向自身縮合之趨勢可藉由使用新鮮溶液、酒精溶劑、稀釋及藉由仔細選擇 pH 範圍來控制。舉例而言，矽烷三醇在 pH 3-6 下最穩定，但矽烷三醇在 pH 7-9.3 下快速縮合，且矽醇單體之部分縮合可產生倍半氧矽烷。如在第 17 圖中所示，所形成物種之矽醇部分可在基材上形成具有矽醇部分之氫鍵，且在乾燥或固化期間，共價鍵可藉由去除水用基材形成。舉例而言，適度固化週期（110°C 下 15 分鐘）可留下保持處於自由形式連同任何矽烷有機功能性之矽醇部分，可與隨後之上塗層結合，從而提供改善之附著。

【0257】 在一些實施例中，偶合劑之一或多個矽烷化學組成物可包含胺部分。仍在不受理論約束之情況下，鹹信，該胺部分在水解及共縮聚中可用作鹼催化劑且增強具有胺部分之矽烷在玻璃表面上之吸附率。此舉亦可在水溶液中產生高 pH（9.0-10.0），該高 pH 調節玻璃表面且增加表面矽醇部分之密度。與水及質子溶劑之強相互作用保持具有胺部分化學組成物之矽烷（諸如，APS）之溶解性及穩定性。

【0258】在示例性實施例中，玻璃主體 102 可包含經離子交換玻璃且偶合劑可為矽烷。在一些實施例中，光滑塗層至經離子交換玻璃主體之附著可比光滑塗層至未經離子交換玻璃主體之附著強。鹹信，在不受理論約束之情況下，相較於未經離子交換玻璃，經離子交換玻璃之若干態樣中之任一者可促進結合及/或附著。首先，經離子交換玻璃可具有增強之化學/水解穩定性，該穩定性可影響偶合劑之穩定性及/或偶合劑至玻璃表面之附著。未經離子交換玻璃通常具有差水解穩定性且在濕潤及/或高溫條件下，鹼金屬可自玻璃主體遷移至玻璃表面與偶合劑層（若存在）之界面，或甚至鹼金屬可遷移至偶合劑層（若存在）中。若如上文所述，鹼金屬遷移，且 pH 變化，則玻璃/偶合劑層界面處或偶合劑層自身中之 Si-O-Si 鍵之水解可減弱偶合劑機械特性或偶合劑至玻璃之附著。其次，當經離子交換玻璃在高溫（諸如 400°C 至 450°C）下暴露至強氧化劑浴（諸如，亞硝酸鉀浴），且移除時，玻璃表面上之有機化學組成物經移除，使表面尤其適合於矽烷偶合劑而無需進一步清洗。舉例而言，未經離子交換玻璃可能不得不暴露至額外表面清潔處理，從而增加製程之時間及花費。

【0259】在一個示例性實施例中，偶合劑可包含至少一種矽烷，該至少一種矽烷包含胺部分，且聚合物化學組成物可包含聚醯亞胺化學組成物。現參看第 18 圖，在不受理論約束的情況下，鹹信，該胺部分相互作用與聚醯亞胺之聚醯胺酸前驅物之間的相互作用在逐步製程後。如在第 18 圖中所示，第一步驟為在聚醯胺酸之羧基部分與胺部分之間形成聚醯胺酸

鹽。第二步驟為將鹽熱轉換成胺部分。第三步驟為藉由切斷聚合物醯胺鍵將胺部分進一步轉換成醯亞胺部分。結果是縮短之聚合物鏈（聚醯亞胺鏈）共價醯亞胺附接至偶合劑之胺部分，如在第 18 中所示。

實例

【0260】 將藉由以下實例進一步闡明具有改善之屬性之玻璃容器之各種實施例。該等實例本質上為說明性的，且該等實例不應理為限制本揭示案之標的。

實例 1

【0261】 玻璃小瓶由 IB 型玻璃形成，該玻璃具有與上表 2 之實例 2 相同之組成物及表 1 的「實例 E」之玻璃組成物（在下文稱為「參考玻璃組成物」），該玻璃組成物識別為 2012 年 10 月 25 日申請且題為「Glass Compositions with Improved Chemical and Mechanical Durability」之讓與 Corning 公司的美國專利申請案第 13/660,394 號。小瓶以去離子水沖洗，以氮氣吹幹，且小瓶以 0.1% 之 APS（胺丙基倍半氧矽烷）溶液浸塗。APS 塗層在對流式烤箱中在 100°C 下乾燥 15 分鐘。隨後，小瓶浸入 15/85 甲苯/DMF（二甲基甲醯胺）溶液中之 0.1% Novastrat® 800 聚醯胺酸溶液或浸入 N-甲基-2-吡咯烷酮（NMP）中之 0.1% 至 1% 聚（苯四甲酸二酐-共-4,4'-氧代二苯胺）醯胺酸溶液 PMDA-ODA（聚（4,4'-氧代二亞苯基-苯四甲酸醯亞胺））中。將經塗佈小瓶加熱至 150°C 且保持 20 分鐘以蒸發溶劑。此後，塗層藉由將經塗佈小瓶置放在 300°C 下之預熱爐中達 30 分鐘來固化。在固化後，塗佈有 0.1%

Novastrat® 800 溶液之小瓶不具有明顯之顏色。然而，塗佈有聚(苯四甲酸二酐-共-4,4'-氧代二苯胺)溶液之小瓶歸因於塗層之厚度為明顯的黃色。兩個塗層在瓶對瓶接觸測試中皆展現低摩擦係數。

實例 2

【0262】由與上表 2 之實例 2 相同之組成物形成之 IB 型玻璃小瓶（原有狀態/未經塗佈狀態）形成之玻璃小瓶及塗佈有光滑塗層之小瓶經比較以評估歸因於磨損之機械強度損失。經塗佈小瓶藉由由參考玻璃組成物生產之第一離子交換強化玻璃小瓶來生產。離子交換強化在 100% KNO₃ 浴中於 450°C 下執行 8 小時。此後，小瓶以去離子水沖洗、以氮氣吹幹且以 APS（胺丙基倍半氧矽烷）於水中之 0.1% 溶液浸塗。APS 塗層在對流式烤箱中於 100°C 下乾燥 15 分鐘。隨後，小瓶浸入 15/85 甲苯/DMF 溶液中之 0.1% Novastrat® 800 聚醯胺酸溶液。將經塗佈小瓶加熱至 150°C 且保持 20 分鐘以蒸發溶劑。此後，塗層藉由將經塗佈小瓶置放在 300°C 下之預熱爐中達 30 分鐘來固化。隨後，將經塗佈小瓶浸泡在 70°C 去離子水中達 1 小時且將經塗佈小瓶在空氣中於 320°C 下加熱達 2 小時以模擬實際處理條件。

【0263】由與上表 2 之實例 2 相同之組成物形成之 IB 型玻璃形成之未磨損小瓶及由經離子交換強化且經塗敷之參考玻璃組成物形成之未磨損小瓶經測試在水平壓縮測試中破壞（亦即，一個板置放在小瓶之頂部上方且一個板置放在小瓶之底部下方，且將該等板壓在一起，且破壞時施加之負荷用測力

器決定)。第 19 圖以圖表形式圖示由參考玻璃組成物形成之小瓶的、由參考玻璃組成物形成之小瓶在經塗佈及磨損狀態下的、由 IB 型玻璃形成之小瓶的及由 IB 型玻璃形成之小瓶在磨損狀態下的作為水平壓縮測試中之施加負荷之函數的破壞概率。未磨損小瓶之破壞負荷用威布爾曲線以圖表形式圖示。隨後將由 IB 型玻璃形成之樣本小瓶及由經離子交換強化且經塗佈之玻璃形成之未磨損小瓶置放在第 9 圖之瓶對瓶架中以磨損小瓶及決定在小瓶一起摩擦時小瓶之間的摩擦係數。測試期間小瓶上之負荷用 UMT 機器施加且該負荷在 24 N 與 44 N 之間變化。所施加之負荷及對應之最大摩擦係數在第 20 圖所含之表中報告。對未經塗佈小瓶而言，最大摩擦係數自 0.54 變化至 0.71 (分別作為小瓶樣本「3&4」及「7&8」在第 20 圖中圖示) 且同時對經塗佈小瓶而言，最大摩擦係數自 0.19 變化至 0.41 (分別作為小瓶樣本「15&16」及「12&14」在第 20 圖中圖示)。此後，在水平壓縮測試中測試有刮痕小瓶以評估相對於未磨損小瓶之機械強度損失。施加至未磨損小瓶之破壞負荷用第 9 圖之威布爾曲線以圖表形式圖示。

【0264】如在第 19 圖中所示，未經塗佈小瓶在磨損後強度顯著降低，但經塗佈小瓶在磨損後強度降低相對較小。基於該等結果，鹹信，小瓶之間的摩擦係數應小於 0.7 或 0.5，或甚至該摩擦係數應小於 0.45 以便緩和在瓶對瓶磨損後之強度損失。

實例 3

【0265】在該實例中，多組玻璃管經四點彎曲測試，以評估該

等管之各別強度。由參考玻璃組成物形成之第一組管在原有狀態條件（未經塗佈、未經離子交換強化）下經四點彎曲測試。由參考玻璃組成物形成之第二組管在 100% KNO_3 浴中於 450°C 下離子交換強化 8 小時後經四點彎曲測試。由參考玻璃組成物形成之第三組管在 100% KNO_3 浴中於 450°C 下離子交換強化 8 小時後經四點彎曲測試且該第三組管塗佈有如在實例 2 中所述之 0.1% APS/0.1% Novastrat® 800。經塗佈管亦浸泡在 70°C 去離子水中達 1 小時且經塗佈管在空氣中於 320°C 下加熱達 2 小時以模擬實際處理條件。該等經塗佈管亦在彎曲測試前在 30 N 負荷下在第 9 圖中所示之瓶對瓶架中磨損。由參考玻璃組成物形成之第四組管在 100% KNO_3 浴中於 450°C 下離子交換強化 1 小時後經四點彎曲測試。該等未經塗佈、經離子交換強化之管亦在彎曲測試前在 30 N 負荷下在第 9 圖中所示之瓶對瓶架中磨損。由 IB 型玻璃形成之第五組管在原有狀態條件（未經塗佈、未經離子交換強化）下經四點彎曲測試。由 IB 型玻璃形成之第六組管在 100% KNO_3 浴中於 450°C 下離子交換強化 1 小時後經四點彎曲測試。測試結果用第 21 圖所顯示之威布爾曲線以圖表形式圖示。

【0266】參看第 21 圖，未磨損且由參考玻璃組成物形成及經離子交換強化之第二組管在破裂前承受最高應力。在磨損前以 0.1% APS/0.1% Novastrat® 800 塗佈之第三組管相對於該等管之未經塗佈、未磨損等價物（亦即，第二組管）展現輕微強度降低。然而，儘管在塗佈後經歷磨損，強度之降低相對較小。

實例 4

【0267】 準備兩組小瓶，且兩組小瓶經過藥物填充線。壓敏膠帶（購自 Fujifilm）插入在小瓶之間以量測小瓶之間及小瓶與設備之間的接觸/衝擊力。第一組小瓶由 IB 型玻璃形成且第一組小瓶未經塗佈。第二組小瓶由參考玻璃組成物形成且第二組小瓶塗佈有具有約 0.25 之摩擦係數之基於低摩擦聚醯亞胺之塗層，如上所述。在小瓶經過藥物填充線後分析壓敏膠帶，且壓敏膠帶證明第二組之經塗佈小瓶相對於第一組未經塗佈小瓶展現 2 倍至 3 倍之應力降低。

實例 5

【0268】 準備三組小瓶，每組四個小瓶。所有小瓶皆由參考玻璃組成物形成。第一組小瓶塗佈有 APS/Novastrat® 800 塗層，如實例 2 中所述。第二組小瓶浸塗有 0.1% DC806A 於甲苯中。在 50°C 下蒸發溶劑，且在 300°C 下固化塗層達 30 分鐘。每組小瓶置放在管中且在空氣淨化條件下加熱至 320°C 保持 2.5 小時，以移除在試驗環境中吸入小瓶中之微量污染物。隨後，每組樣本在管中另外加熱 30 分鐘，且經除氣揮發物在活性炭吸附劑阱上捕獲。阱在 30 分鐘內加熱至 350°C 以釋放饋入氣相層析儀-質譜儀中之任何捕獲之物質。第 22 圖圖示 APS/Novastrat® 800 塗層之氣相層析質譜儀輸出資料。第 23 圖圖示 DC806A 塗層之氣相層析儀-質譜儀輸出資料。未偵測到自 0.1% APS/0.1% Novastrat® 800 塗層或 DC806A 塗層之除氣。

【0269】 一組四個小瓶使用甲醇/水混合物中之 0.5%/0.5%

GAPS/APhTMS（3-胺丙基三甲氧基矽烷/胺苯基三甲氧基矽烷）溶液塗佈有連接層。每個小瓶具有約 18.3 cm² 之經塗佈表面面積。允許在 120℃ 下自經塗佈小瓶蒸發溶劑 15 分鐘。隨後，將 0.5% Novastrat® 800 溶液於二甲基乙醯胺中塗覆至樣本上。在 150℃ 下蒸發溶劑 20 分鐘。該等未固化小瓶經歷上文所述之除氣測試。在空氣流（100 mL/分鐘）中加熱小瓶至 320℃，且在達到 320℃ 後，每 15 分鐘在活性炭吸附劑阱上捕獲經除氣揮發物。隨後，阱在 30 分鐘內加熱至 350℃ 以釋放饋入氣相層析儀-質譜儀中之任何捕獲物質。表 3 圖示隨著樣本保持在 320℃ 下所經歷之時間段內所捕獲物質之量。時間零對應於樣本首次達到 320℃ 之溫度之時間。如在表 3 中所見，在加熱 30 分鐘後，揮發物之量下降到 100 ng 之儀器偵測極限以下。表 3 亦報告每平方公分經塗佈表面之揮發物損失。

在 320℃ 下之時間週期	量， ng/ 小瓶	量， ng/cm ²
25℃ 至 320℃ 升溫速率（t=0）	60404	3301
t=0 至 15 min	9371	512
t=15 至 30 min	321	18
t=30 至 45 min	< 100	< 5

t=45 至 60 min	< 100	< 5
t=65 至 90 min	< 100	< 5

表 3.每小瓶及每經塗佈區域之揮發物

實例 6

【0270】 準備具有有偶合劑及無偶合劑存在的基於矽氧樹脂或聚醯亞胺之各種塗層的複數個小瓶。當使用偶合劑時，偶合劑包括 APS 及為 APS 之前驅物之 GAPS。外塗層由 Novastrat® 800、上文所述之聚(苯四甲酸二酐-共-4,4'-氧代二苯胺)或矽氧樹脂（諸如，DC806A 及 DC255）製備。APS/聚(4,4'-氧代二亞苯基-苯四甲酸醯亞胺)塗層使用 0.1%之 APS（胺丙基倍半氧矽烷）溶液及 N-甲基-2-吡咯烷酮（NMP）中之 0.1%、0.5%或 1.0%聚(苯四甲酸二酐-共-4,4'-氧代二苯胺)醯胺酸溶液（PMDA-ODA 聚(4,4'-氧代二亞苯基-苯四甲酸醯亞胺)）來製備。聚(4,4'-氧代二亞苯基-苯四甲酸醯亞胺)塗層亦在無偶合劑的情況下使用聚(苯四甲酸二酐-共-4,4'-氧代二苯胺)於 NMP 中之 1.0%溶液塗佈。APS/Novastrat® 800 塗層使用 0.1%之 APS 溶液及 Novastrat® 800 聚醯胺酸於 15/85 甲苯/DMF 溶液中之 0.1%溶液來製備。DC255 塗層在無偶合劑的情況下使用 DC255 於甲苯中之 1.0%溶液直接塗覆至玻璃。APS/DC806A 塗層藉由首先塗覆 APS 於水中之 0.1%溶液及隨後塗覆 DC806A 於甲苯中之 0.1%或 0.5%溶液來製備。GAPS/DC806A 塗層使用作為偶合劑的水中之 GAPS 於 95 重量%乙醇中之 1.0%溶液來塗覆且隨後使用 DC806A 於甲苯中

之 1.0% 溶液來塗覆。偶合劑及塗層使用本文中所述之浸塗方法塗覆，其中在塗覆後熱處理偶合劑且在塗覆後乾燥及固化矽氧樹脂及聚醯亞胺塗層。基於所使用之溶液濃度來估計塗層厚度。第 12 圖中所含之表列舉各種塗層組成物、估計之塗層厚度及測試條件。

【0271】此後，一些小瓶經翻轉以模擬塗層損壞，且其他小瓶在第 9 圖中所示之瓶對瓶架中在 30 N 及 50 N 負荷下經歷磨損。此後，所有小瓶經歷冷凍乾燥（冷凍乾燥製程），其中小瓶填充有 0.5 mL 之氯化鈉溶液且隨後在 -100°C 下冷凍。隨後在真空下於 -15°C 下執行冷凍乾燥達 20 小時。以光學品質保證設備且在顯微鏡下檢查小瓶。歸因於冷凍乾燥，觀測不到對塗層之損壞。

實例 7

【0272】準備三組小瓶（每組六個小瓶）以評估增加負荷對未經塗佈小瓶及以 Dow Corning DC 255 矽氧樹脂塗佈之小瓶之摩擦係數之影響。第一組小瓶由 IB 型玻璃形成且左邊未經塗佈。第二組小瓶由參考玻璃組成物形成且塗佈有 DC255 於甲苯中之 1% 溶液，並在 300°C 下固化 30 分鐘。第三組小瓶由 IB 型玻璃形成且塗佈有 DC255 於甲苯中之 1% 溶液。每組之小瓶置放在第 9 圖所圖示之瓶對瓶架中且相對於類似經塗佈小瓶之摩擦係數在磨損期間在 10 N、30 N 及 50 N 之靜態負荷下經量測。結果在第 25 圖中以圖表形式報告。如在第 25 圖中所示，在不考慮玻璃組成物的情況下當於相同條件下磨損時，相較於未經塗佈小瓶，經塗佈小瓶展示明顯較低之摩

擦係數。

實例 8

【0273】 準備具有 APS/聚(4,4'-氧代二亞苯基-苯四甲酸醯亞胺)塗層之三組玻璃小瓶，每組兩個玻璃小瓶。首先，每一小瓶在 0.1%之 APS 溶液（胺丙基倍半氧矽烷）中浸塗。APS 塗層在對流式烤箱中在 100℃ 下乾燥 15 分鐘。隨後，小瓶浸入 N-甲基-2-吡咯烷酮（NMP）中之 0.1%聚(苯四甲酸二酐-共-4,4'-氧代二苯胺)醯胺酸溶液（PMDA-ODA（聚(4,4'-氧代亞甲苯基-苯四甲酸醯亞胺)）中。此後，塗層藉由將經塗佈小瓶置放在 300℃ 下之預熱爐中達 30 分鐘來固化。

【0274】 兩個小瓶置放在第 9 圖中所圖示之瓶對瓶架中，並在 10 N 負荷下磨損。磨損程序在同一區域上重複超過 4 次，且針對每次磨損決定摩擦係數。在磨損之間擦拭小瓶，且每一磨損之起始點定位於先前未磨損之區域上。然而，每一磨損移動經過同一「軌跡」。針對 30 N 及 50 N 之負荷，重複同一程序。在第 26 圖中以圖表形式圖示針對對每一負荷之每一磨損（亦即，A1-A5）之摩擦係數。如在第 26 圖中所示，經 APS/聚(4,4'-氧代亞甲苯基-苯四甲酸醯亞胺)塗佈之小瓶之摩擦係數在所有負荷下針對所有磨損大體上小於 0.30。實例證明塗覆在以偶合劑處理之玻璃表面時之聚醯亞胺塗層之改善耐損性。

實例 9

【0275】 準備具有 APS 塗層之三組玻璃小瓶，每組兩個玻璃小瓶。每一小瓶在 0.1%之 APS 溶液（胺丙基倍半氧矽烷）中

浸塗且在對流式烤箱中於 100℃ 下加熱 15 分鐘。兩個小瓶置放在第 9 圖中所圖示之瓶對瓶架中且在 10 N 負荷下磨損。磨損程序在同一區域上重複超過 4 次，且針對每次磨損決定摩擦係數。在磨損之間擦拭小瓶，且每一磨損之起始點定位於先前未磨損之區域上。然而，每一磨損移動經過同一「軌跡」。針對 30 N 及 50 N 之負荷，重複同一程序。在第 27 圖中以圖表形式圖示針對每一負荷之每一磨損（亦即，A1-A5）之摩擦係數。如在第 27 圖中所示，經僅以 APS 塗佈之小瓶之摩擦係數大體上高於 0.3 並常常達到 0.6 或甚至更高。

實例 10

【0276】準備具有 APS/聚(4,4'-氧代二亞苯基-苯四甲酸醯亞胺)塗層之三組玻璃小瓶，每組兩個玻璃小瓶。每一小瓶在 0.1% 之 APS 溶液（胺丙基倍半氧矽烷）中浸塗。APS 塗層在對流式烤箱中在 100℃ 下加熱 15 分鐘。隨後，小瓶浸入 N-甲基-2-吡咯烷酮（NMP）中之 0.1% 聚(苯四甲酸二酐-共-4,4'-氧代二苯胺)醯胺酸溶液（PMDA-ODA（聚(4,4'-氧代二亞苯基-苯四甲酸醯亞胺)）中。此後，塗層藉由將經塗佈小瓶置放在 300℃ 下之預熱爐中達 30 分鐘來固化。隨後，經塗佈小瓶在 300℃ 下去熱解（加熱）達 12 小時。

【0277】兩個小瓶置放在第 9 圖中所圖示之瓶對瓶架中，並在 10 N 負荷下磨損。磨損程序在同一區域上重複超過 4 次，且針對每次磨損決定摩擦係數。在磨損之間擦拭小瓶，且每一磨損之起始點定位於先前磨損之區域上，且每一磨損在同一「軌跡」上執行。針對 30 N 及 50 N 之負荷，重複同一程序。

在第 28 圖中以圖表形式圖示針對每一負荷之每一磨損（亦即，A1-A5）之摩擦係數。如在第 28 圖中所示，經 APS/聚(4,4'-氧代二亞苯基-苯四甲酸鹽亞胺)塗佈小瓶之摩擦係數大體上係均勻的，且針對在 10 N 及 30 N 之負荷引入之磨損為約 0.20 或更小。然而，當施加負荷增加至 50 N 時，針對每一連續磨損，摩擦係數增加，其中第五次磨損具有略小於 0.40 之摩擦係數。

實例 11

【0278】準備具有 APS（胺丙基倍半氧矽烷）塗層之三組玻璃小瓶，每組兩個玻璃小瓶。每一小瓶在 0.1% 之 APS 溶液中浸塗且在對流式烤箱中在 100°C 下加熱 15 分鐘。隨後，經塗佈小瓶在 300°C 下去熱解（加熱）達 12 小時。兩個小瓶置放在第 9 圖中所圖示之瓶對瓶架中，且在 10 N 負荷下磨損。磨損程序在同一區域上重複超過 4 次，且針對每次磨損決定摩擦係數。在磨損之間擦拭小瓶，且每一磨損之起始點定位於先前磨損之區域上，且每一磨損移動經過同一「軌跡」。針對 30 N 及 50 N 之負荷，重複同一程序。在第 29 圖中以圖表形式圖示針對每一負荷之每一磨損（亦即，A1-A5）之摩擦係數。如在第 29 圖中所示，去熱解 12 小時之經 APS 塗佈小瓶之摩擦係數顯著高於在第 27 圖中所示之經 APS 塗佈小瓶且該等摩擦係數類似於由未經塗佈玻璃小瓶所展現之摩擦係數，從而指示，小瓶可能歸因於磨損而經歷顯著之機械強度損失。

實例 12

【0279】準備具有 APS/聚(4,4'-氧代二亞苯基-苯四甲酸鹽亞

胺)塗層之由 IB 型玻璃形成之三組玻璃小瓶，每組兩個玻璃小瓶。隨後，小瓶浸入 N-甲基-2-吡咯烷酮 (NMP) 中之 0.1% 聚(苯四甲酸二酐-共-4,4'-氧代二苯胺)醯胺酸溶液 (PMDA-ODA(聚(4,4'-氧代二亞苯基-苯四甲酸醯亞胺)))中。此後，塗層在 150°C 下乾燥達 20 分鐘，且隨後塗層藉由將經塗佈小瓶置放於在 300°C 下之預熱爐中達 30 分鐘來固化。

【0280】兩個小瓶置放在第 9 圖中所圖示之瓶對瓶架中，且在 10 N 負荷下磨損。磨損程序在同一區域上重複超過 4 次，且針對每次磨損決定摩擦係數。在磨損之間擦拭小瓶，且每一磨損之起始點定位於先前未磨損之區域上。然而，每一磨損移動經過同一「軌跡」。針對 30 N 及 50 N 之負荷，重複同一程序。在第 30 圖中以圖表形式圖示針對每一負荷之每一磨損（亦即，A1-A5）之摩擦係數。如在第 30 圖中所示，在證明在無偶合劑之情況下塗覆至玻璃上之聚醯亞胺塗層之差耐磨損性之第一次磨損後，經聚(4,4'-氧代二亞苯基-苯四甲酸醯亞胺)塗佈之小瓶之摩擦係數大體上增加。

實例 13

【0281】使用第 9 圖中所示之瓶對瓶架以 30 N 之負荷測試在冷凍乾燥後實例 6 之經 APS/Novastrat® 800 塗佈之小瓶之摩擦係數。沒有偵測到在冷凍乾燥後之摩擦係數增加。第 31 圖含有展示在冷凍乾燥之前及之後的經 APS/Novastrat® 800 塗佈小瓶之摩擦係數之表。

實例 14

【0282】參考玻璃組成物小瓶如實例 2 中所示而經離子交換

及塗佈。使用以下協定高壓滅菌經塗佈小瓶：在 100℃ 下之 10 分鐘蒸汽淨化，接著，20 分鐘之停止週期，其中經塗佈玻璃容器 100 暴露至 121℃ 之環境，接著在 121℃ 下處理 30 分鐘。經高壓滅菌及未經高壓滅菌之小瓶之摩擦係數使用第 9 圖中所示之瓶對瓶架在 30 N 負荷下量測。第 32 圖圖示在高壓滅菌之前及之後的經 APS/Novastrat® 800 塗佈之小瓶之摩擦係數。沒有偵測到在高壓滅菌後的摩擦係數增加。

實例 15

【0283】三組小瓶塗佈有 APS/APhTMS（比為 1：8）連接層及由作為聚醯胺酸於二甲基乙醯胺中之溶液塗覆之 Novastrat® 800 聚醯亞胺組成之外層，且在 300℃ 下醯亞胺化。一組在 320℃ 下去熱解達 12 小時。第二組在 320℃ 下去熱解達 12 小時且隨後在 121℃ 下高壓滅菌 1 小時。第三組小瓶保持未經塗佈。隨後，每組小瓶經歷在 30 N 負荷下之瓶對瓶測試。每組小瓶之摩擦係數在第 33 圖中報告。圖示每一小瓶所經歷之損壞（或缺乏損壞）之小瓶表面之照片亦在第 33 圖中圖示。如在第 33 圖中所示，未經塗佈小瓶大體上具有大於約 0.7 之摩擦係數。未經塗佈小瓶歸因於測試亦招致視覺上明顯之損壞。然而，經塗佈小瓶具有小於 0.45 之摩擦係數而無任何視覺上明顯之表面損壞。

【0284】經塗佈小瓶亦經歷如上所述之去熱解、高壓滅菌條件或兩者。第 34 圖以圖表形式圖示小瓶之作為水平壓縮測試中所施加之負荷的函數之破壞概率。在經去熱解小瓶與經去熱解及高壓滅菌之小瓶之間無統計學上之差異。

實例 16

【0285】 由 IB 型離子交換玻璃形成之小瓶經準備具有光滑塗層，該等光滑塗層具有不同矽烷比。現參看第 35 圖，小瓶經準備具有三種不同塗層組成物以評估不同矽烷比對所塗覆塗層之摩擦係數之影響。第一塗層組成物包括偶合劑層及外部塗層，該偶合劑層具有為 1：1 之 GAPS 與胺苯基三甲氧基矽烷（A_{Ph}TMS）之比，且該外部塗層由 1.0% Novastrat® 800 聚醯亞胺組成。第二塗層組成物包括偶合劑層及外部塗層，該偶合劑層具有為 1：0.5 之 GAPS 與 A_{Ph}TMS 之比，且該外部塗層由 1.0% Novastrat® 800 聚醯亞胺組成。第三塗層組成物包括偶合劑層及外部塗層，該偶合劑層具有為 1：0.2 之 GAPS 與 A_{Ph}TMS 之比，且該外部塗層由 1.0% Novastrat® 800 聚醯亞胺組成。所有小瓶在 320℃ 下去熱解 12 小時。此後，小瓶在 20 N 及 30 N 之負荷下經歷瓶對瓶摩擦測試。每一小瓶之平均施加法線力、摩擦係數及最大摩擦力（F_x）在第 35 圖中報告。如在第 35 圖中所示，降低芳族矽烷（亦即，胺苯基三甲氧基矽烷）之量增加小瓶之間的摩擦係數以及小瓶所經受之摩擦力。

實例 17

【0286】 由 IB 型離子交換玻璃形成之小瓶經準備具有光滑塗層，該等光滑塗層具有不同矽烷比。

【0287】 樣本經準備具有包括偶合劑層及外部塗層之組成物，該偶合劑層由 0.125% APS 及 1.0% 胺苯基三甲氧基矽烷（A_{Ph}TMS）形成且具有 1：8 之 APS/A_{Ph}TMS 比，該外部塗

層由 0.1% Novastrat® 800 聚醯亞胺形成。所塗覆塗層之熱穩定性藉由決定小瓶在去熱解之前及之後的摩擦係數及摩擦力來估計。具體言之，經塗佈小瓶在 30 N 之負荷下經歷瓶對瓶摩擦測試。摩擦係數及摩擦力經量測且在第 36 圖中作為時間之函數繪製。第二組小瓶在 320°C 下去熱解 12 小時，且第二組小瓶在 30 N 之負荷下經歷同一瓶對瓶摩擦測試。摩擦係數在去熱解之前及之後保持相同，指示塗層係熱穩定的且保護玻璃表面免受摩擦損壞。亦圖示玻璃之接觸區域之照片。

【0288】樣本經準備具有包括偶合劑層及外部塗層之組成物，該偶合劑層由 0.0625% APS 及 0.5% APhTMS 形成且具有 1 : 8 之 APS/APhTMS 比，且該外部塗層由 0.05% Novastrat® 800 聚醯亞胺形成。所塗覆塗層之熱穩定性藉由決定小瓶在去熱解之前及之後的摩擦係數及摩擦力來估計。具體言之，經塗佈小瓶在 30 N 之負荷下經歷瓶對瓶摩擦測試。摩擦係數及摩擦力經量測且在第 37 圖中作為時間/距離之函數繪製。第二組小瓶在 320°C 下去熱解 12 小時，且第二組小瓶在 30 N 之負荷下經歷同一瓶對瓶摩擦測試。摩擦係數在去熱解之前及之後保持相同，指示塗層係熱穩定的。亦圖示玻璃之接觸區域之照片。

【0289】第 38 圖以圖表形式圖示小瓶之作為水平壓縮測試中所施加之負荷的函數之破壞概率，該等小瓶具有由 0.125% APS 及 1.0% APhTMS 形成之光滑塗層及由 0.1% Novastrat® 800 聚醯亞胺（在第 38 圖上圖示為「260」）形成及由 0.0625% APS 及 0.5% APhTMS 形成之外部塗層以及由 0.05%

Novastrat® 800 聚醯亞胺（在第 38 圖上圖示為「280」）形成之外部塗層。資料展示，針對證明塗層保護玻璃免受損壞之經塗佈、經去熱解及刮痕樣本，破壞負荷與未經塗敷、無刮痕樣本保持一樣。

【0290】小瓶使用 GAPS 水解產物經準備具有光滑塗層。樣本經準備具有包括偶合劑層及外部塗層之組成物，該偶合劑層由 0.5% Dynasylan® Hydrosil 1151（3-胺丙基矽烷水解產物）及 0.5% 胺苯基三甲氧基矽烷（APhTMS）形成且具有 1：1 之比，且該外部塗層由 0.05% Novastrat® 800 聚醯亞胺形成。塗層效能藉由決定小瓶在去熱解之前及之後的摩擦係數及摩擦力來估計。具體言之，經離子交換強化（在 450°C 之 100% KNO₃ 中 8 h）之 IB 型小瓶在 30 N 之負荷下經歷瓶對瓶摩擦測試。摩擦係數及摩擦力經量測且在第 39 圖中作為時間/距離之函數繪製。第二組小瓶在 320°C 下去熱解 12 小時，且第二組小瓶在 30 N 之負荷下經歷同一瓶對瓶摩擦測試。摩擦係數在去熱解之前及之後保持相同，指示塗層係熱穩定的。亦圖示玻璃之接觸區域之照片。此表明，胺基矽烷之水解產物在塗層配方中同樣有用。

【0291】亦針對一系列去熱解條件估計所塗覆塗層之熱穩定性。具體言之，IB 型離子交換玻璃小瓶經準備具有包括偶合劑層及外部塗層之組成物，該偶合劑層具有 1：1 之 GAPS (0.5%) 與胺苯基三甲氧基矽烷（APhTMS）（0.5%）之比，且該外部塗層由 0.5% Novastrat 800 聚醯亞胺組成。使用自動浸塗器以 2 mm/s 之拉出速率在溶液中浸塗小瓶。樣本小瓶經受

以下去熱解循環中之一者：在 320°C 下 12 小時，在 320°C 下 24 小時；在 360°C 下 12 小時；或在 360°C 下 24 小時。隨後，針對每一去熱解條件，使用瓶對瓶摩擦測試量測摩擦係數及摩擦力且作為時間之函數繪製，如在第 40 圖中所示。如在第 40 圖中所示，小瓶之摩擦係數不隨去熱解條件而變化，指示塗層係熱穩定的。第 41 圖以圖表形式圖示在 360°C 及 320°C 下變化熱處理時間後之摩擦係數。

實例 18

【0292】小瓶如實例 2 中所述塗佈有 APS/Novastrat 800 塗層。經塗佈小瓶以及未經塗佈小瓶之光透射使用分光光度計在 400 nm 與 700 nm 之間的波長範圍中量測。執行量測，以使得垂直於容器壁引導光束，以使得光束兩次穿過光滑塗層，第一次是在進入容器時，且隨後在退出容器時。第 11 圖以圖表形式圖示在自 400 nm 至 700 nm 之可見光光譜中量測之經塗佈及未經塗佈小瓶之光透射資料。線 440 展示未經塗佈玻璃容器，且線 442 展示經塗佈玻璃容器。

實例 19

【0293】小瓶塗佈有 0.25% GAPS/0.25% APhTMS 偶合劑及 1.0% Novastrat® 800 聚醯亞胺，且在於 320°C 下去熱解 12 小時之前及之後測試小瓶之光透射。亦測試未經塗佈小瓶。在第 42 圖中展示結果。

實例 20

【0294】為改善聚醯亞胺塗層均勻性，藉由添加 4g 三乙胺至 1L 之甲醇及隨後添加 Novastrat® 800 聚醯胺酸以形成 0.1% 溶

液，將 Novastrat® 800 聚醯胺酸轉換為聚醯胺酸鹽且溶解在甲醇中，相較於二甲基乙醯胺顯著較快地蒸發溶劑。可產生聚(苯四甲酸二酐-共-4,4'-氧代二苯胺)醯胺酸之可溶於甲醇之鹽。

【0295】 IB 型離子交換小瓶上之塗層由 1.0% GAPS/1.0% APhTMS 於甲醇/水混合物中及 0.1% Novastrat® 800 聚醯胺酸鹽於甲醇中形成。經塗佈小瓶在 360°C 下去熱解 12 小時，且塗佈狀態且去熱解之樣本在 10 N、20 N 及 30 N 之法線負荷下在瓶對瓶架中磨損。在 10 N、20 N 及 30 N 之法線力下沒有觀測到玻璃損壞。第 43 圖圖示在於 360°C 下熱處理 12 小時後樣本之摩擦係數、所施加之力及摩擦力。第 44 圖以圖表形式圖示樣本之作為水平壓縮測試中所施加之負載的函數之破壞概率。在統計學上，在 10 N、20 N 及 30 N 下之樣本系列不能彼此區分。低負荷破壞樣本自遠離刮痕之根源破裂。

【0296】 使用橢圓量測術估計塗層之厚度且分別在第 45 圖至第 47 圖中圖示掃描電子顯微鏡 (SEM)。用於塗層厚度量測之樣本使用矽晶圓 (橢圓量測術) 及載玻片 (SEM) 產生。該等方法展示連接層自 55 nm 變化至 180 nm 之厚度及 Novastrat® 800 聚醯胺酸鹽 35 nm 之厚度。

實例 21

【0297】 電漿清潔 Si 晶圓片使用 0.5% GAPS/0.5% APhTMS 溶液於 75/25 甲醇/水 (體積/體積) 混合物中浸塗。塗層暴露至 120°C 達 15 分鐘。塗層厚度使用橢圓量測術決定。準備三個樣本，且在標準偏差為 30.6 nm 之情況下，三個樣本分別具有

92.1 nm、151.7 nm 及 110.2 nm 之厚度。

【0298】載玻片經浸塗且用掃描電子顯微鏡檢查。第 45 圖圖示以 8 mm/s 之拉出速率在 1.0% GAPS、1.0% APhTMS 及 0.3% NMP 於 75/25 甲醇/水混合物中之塗層溶液中浸塗、接著在 150℃ 下固化達 15 分鐘之載玻片之 SEM 影像。塗層呈現約 93 nm 之厚度。第 46 圖圖示以 4 mm/s 之拉出速率在 1.0% GAPS、1.0% APhTMS 及 0.3% NMP 於 75/25 甲醇/水混合物中之塗層溶液中浸塗、接著在 150℃ 下固化達 15 分鐘之載玻片之 SEM 影像。塗層呈現約 55 nm 之厚度。第 47 圖圖示以 2 mm/s 之拉出速率在 0.5% Novastrat® 800 溶液之塗層溶液中浸塗、接著在 150℃ 下固化 15 分鐘且在 320℃ 下熱處理達 30 分鐘之載玻片之 SEM 影像。塗層呈現約 35 nm 之厚度。

比較實例 A

【0299】IB 型玻璃形成之玻璃小瓶塗佈有 Baysilone M 之拜耳矽氧樹脂水乳液之稀釋塗層，其中固體含量為約 1-2%。小瓶在 150℃ 下處理 2 小時以自表面去除水，在玻璃之外表面上留下聚二甲基矽氧烷塗層。塗層之標稱厚度為約 200 nm。第一組小瓶保持在未經處理狀態下（亦即，「塗佈狀態之小瓶」）。第二組小瓶在 280℃ 下處理 30 分鐘（亦即，「經處理小瓶」）。來自每組之一些小瓶首先藉由使用 UMT-2 摩擦計及瓶對瓶測試架以 0 N 至 48 N 之線性增加負荷及約 20 mm 之長度施加刮痕來機械測試。針對摩擦係數及形態估計刮痕以決定刮痕程序是否損壞玻璃或塗層是否保護玻璃免受刮痕之損壞。

【0300】第 48 圖為圖示塗佈狀態小瓶之作爲所施加刮痕之長

度（x 坐標）之函數的摩擦係數、刮痕深度、所施加法線力及摩擦力（y 坐標）之繪圖。如在第 48 圖中以圖表形式圖示，塗佈狀態之小瓶在高達約 30 N 之負荷下展現約 0.03 之摩擦係數。資料展示，在約 30 N 下，COF 總是低於 0.1。然而，在大於 30 N 之法線力下，塗層開始破壞，如沿刮痕之長度之玻璃裂縫之存在所指示。玻璃裂縫指示玻璃表面損壞及玻璃由於損壞而破壞之增加之傾向。

【0301】第 49 圖為圖示經處理小瓶之作爲所施加刮痕之長度（x 坐標）之函數的摩擦係數、刮痕深度、所施加法線力及摩擦力（y 坐標）之繪圖。對經處理小瓶而言，在所施加負荷達到約 5N 之值前，摩擦係數保持爲低的。此時，隨增加之負荷而發生的增加量之玻璃裂縫表明，塗層開始破壞且玻璃表面嚴重損壞。經處理小瓶之摩擦係數增加至約 0.5。然而，塗層在熱暴露後在 30 N 之負荷下未能保護玻璃之表面，指示塗層並非熱穩定的。

【0302】隨後，藉由橫跨 20 mm 刮痕之整個長度施加 30 N 靜態負荷來測試小瓶。藉由橫跨 20 mm 刮痕之整個長度施加 30 N 靜態負荷來在水平壓縮中測試塗佈狀態之小瓶之十個樣本及經處理小瓶之十個樣本。塗佈狀態之小瓶未在刮痕下破壞，而 10 個經處理小瓶中之 6 個小瓶在刮痕下破壞，指示經處理小瓶具有較低之保持強度。

比較實例 B

【0303】Wacker Silres MP50（部件號 #60078465 批號 #EB21192）之溶液經稀釋爲 2% 且該溶液經塗覆至由參考玻璃

組成物形成之小瓶。小瓶首先藉由在塗佈前施加電漿達 10 秒來清潔。小瓶在 315°C 下乾燥 15 分鐘以自塗層去除水。第一組小瓶維持處於「塗佈狀態」條件。第二組小瓶在範圍為 250°C 至 320°C 之溫度下處理達 30 分鐘（亦即，「經處理小瓶」）。來自每組之一些小瓶首先藉由使用 UMT-2 摩擦計以 0 N 至 48 N 之線性增加負荷及約 20 mm 之長度施加刮痕來機械測試。針對摩擦係數及形態估計刮痕以決定刮痕程序是否損壞玻璃或塗層是否保護玻璃免受刮痕之損壞。

【0304】第 50 圖為圖示塗佈狀態之小瓶之作爲所施加刮痕之長度（x 坐標）之函數的摩擦係數、刮痕深度、所施加法線力及摩擦力（y 坐標）之繪圖。

【0305】第 51 圖為圖示在 280°C 下經處理之經處理小瓶之作爲所施加刮痕之長度（x 坐標）的函數之摩擦係數、刮痕深度、所施加法線力及摩擦力（y 坐標）之繪圖。經處理小瓶在大於約 20 N 之所施加負荷下展現顯著玻璃表面損壞。亦決定，玻璃損壞之負載臨限隨著增加之熱暴露溫度而降低，指示，塗層隨著增加之溫度而降解（亦即，塗層並非熱穩定的）。在小於 280°C 之溫度下處理之樣本在 30 N 以上之負荷下展示玻璃損壞。

比較實例 C

【0306】由參考玻璃組成物形成之小瓶用在水中稀釋至 2% 固體之 Evonik Silikophen P 40/W 處理。隨後，樣本在 150°C 下乾燥 15 分鐘，且樣本隨後在 315°C 下固化 15 分鐘。第一組小瓶維持處於「塗佈狀態」條件。第二組小瓶在 260°C 之溫度下

處理達 30 分鐘（亦即，「經 260℃ 處理之小瓶」）。第三組小瓶在 280℃ 之溫度下處理達 30 分鐘（亦即，「經 280℃ 處理之小瓶」）。使用第 9 圖中圖示之測試架以 30 N 之靜態負荷刮傷小瓶。隨後，在水平壓縮下測試小瓶。經 260℃ 處理之小瓶及經 280℃ 處理之小瓶在壓縮下破壞，而 16 個塗佈狀態之小瓶中之 2 個小瓶在刮痕下破壞。此指示，塗層在暴露至高溫後降解，且因此，塗層未充分地保護表面免受 30 N 之負荷影響。

實例 22

【0307】由參考玻璃組成物形成之小瓶塗佈有具有 75/25 濃度之 1.0%/1.0% GAPS/m-APhTMS 溶液於甲醇/水中之溶液。小瓶以 2 mm/s 之拉出速率在溶液中浸塗。塗層在 150℃ 下固化 15 分鐘。第一組小瓶維持在未經處理狀態下（亦即，「塗佈狀態小瓶」）。第二組小瓶在 300℃ 下去熱解 12 小時（亦即，「經處理小瓶」）。來自每組之一些小瓶藉由使用 UMT-2 摩擦計及瓶對瓶測試架以 10 N 負荷將刮痕自小瓶之肩部施加至小瓶根部來機械測試。來自每組之額外小瓶藉由使用 UMT-2 摩擦計及瓶對瓶測試架以 30 N 負荷將刮痕自小瓶之肩部施加至小瓶根部來機械測試。針對摩擦係數及形態估計刮痕以決定刮痕程序是否損壞玻璃或塗層是否保護玻璃免受刮痕之損壞。

【0308】第 52 圖及第 53 圖為圖示塗佈狀態小瓶之作爲所施加刮痕之長度（x 坐標）之函數的摩擦係數、刮痕深度、所施加法線力及摩擦力（y 坐標）之繪圖。如第 52 圖及第 53 圖中以

圖表形式圖示，塗佈狀態小瓶在測試之後展現一些劃痕及玻璃損壞。然而，摩擦係數在測試期間為約 0.4 至 0.5。第 54 圖及第 55 圖圖示對經處理小瓶執行之類似測試的結果。測試之後，經處理小瓶展示塗層表面之一些磨損以及對玻璃之一些損壞。摩擦係數在測試期間為約 0.7 至 0.8。

實例 23

【0309】由參考玻璃組成物形成之小瓶塗佈有具有 75/25 濃度之 1.0%/1.0% GAPS/m-APhTMS 溶液於甲醇/水中之溶液。小瓶在溶液中浸塗且以範圍在 0.5 mm/s 至 4 mm/s 之拉出速率拉出，以改變各別小瓶上之塗層的厚度。塗層在 150°C 下固化 15 分鐘。第一組小瓶維持在未經處理狀態下（亦即，「塗佈狀態小瓶」）。第二組小瓶在 300°C 下去熱解 12 小時（亦即，「經處理小瓶」）。來自每組之一些小瓶藉由使用 UMT-2 摩擦計以 10 N 負荷將刮痕自小瓶之肩部施加至小瓶根部來機械測試。來自每組之額外小瓶藉由使用 UMT-2 摩擦計以 30 N 負荷將刮痕自小瓶之肩部施加至小瓶根部來機械測試。隨後，在水平壓縮下測試小瓶。水平壓縮測試之結果在第 56 圖及第 57 圖中報告。在 10 N 負荷下刮傷之小瓶僅展示機械強度之最小差異，不管塗層厚度之變化。在 30 N 負荷下刮傷且具有更薄塗層（亦即，對應於 0.5 mm/s 拉出速率之塗層）之小瓶相對於具有相對較厚之塗層的小瓶在水平壓縮下展現更大破壞傾向。

【0310】現應理解，本文中描述之玻璃容器具有至少兩個效能屬性，該至少兩個效能屬性係選自脫層抗性、經改善之強度

及提高之抗損壞性。舉例而言，玻璃容器可具有脫層抗性與經改善之強度之組合、經改善之強度與提高之抗損壞性之組合或脫層抗性與提高之抗損壞性之組合。本文中描述之玻璃容器可依據各種態樣理解。

【0311】在第一態樣中，玻璃容器可包括主體，該主體具有內表面、外表面及壁厚度，該壁厚度在外表面與內表面之間延伸。至少主體之內表面可具有小於或等於 10 之脫層因數。韌性無機塗層可定位在主體之外表面之至少一部分周圍。主體之具有韌性無機塗層之外表面可具有小於或等於 0.7 之摩擦係數。

【0312】在第二態樣中，玻璃容器可包括主體，該主體具有內表面、外表面及壁厚度，該壁厚度在外表面與內表面之間延伸。至少主體之內表面可具有小於或等於 10 之脫層因數。暫態塗層可定位在主體之外表面之至少一部分周圍。主體之具有暫態塗層之外表面可具有小於或等於 0.7 之摩擦係數。

【0313】在第三態樣中，玻璃容器可包括主體，該主體具有內表面、外表面及壁厚度，該壁厚度在外表面與內表面之間延伸。至少主體之內表面具有小於或等於 10 之脫層因數。韌性有機塗層可定位在主體之外表面之至少一部分周圍。主體之具有韌性有機塗層之外表面可具有小於或等於 0.7 之摩擦係數。

【0314】在第四態樣中，玻璃容器可包括主體，該主體具有內表面、外表面及壁厚度，該壁厚度在外表面與內表面之間延伸。主體可由根據 ASTM 標準 E438-92 之 I 型 B 級玻璃形成。

障壁塗層可定位在主體之內表面上，以使得含在玻璃容器中之組成物不接觸主體之內表面。光滑塗層可定位在主體之外表面之至少一部分周圍。主體之具有光滑塗層之外表面可具有小於或等於 0.7 之摩擦係數。

【0315】 在第五態樣中，玻璃容器可包括主體，該主體具有內表面、外表面及壁厚度，該壁厚度自外表面延伸至內表面。主體根據 ISO 719 標準可具有至少 HGB2 或更佳之抗水解性。主體可由玻璃組成物形成，該玻璃組成物不含以下組成成分：該等組成成分形成物種，該物種在對應於約 200 泊至約 100 千泊之範圍中的黏度之溫度下顯著揮發。光滑塗層可定位在主體之外表面之至少一部分周圍。主體之具有光滑塗層之外表面可具有小於或等於 0.7 之摩擦係數。

【0316】 在第六態樣中，玻璃容器可包括主體，該主體具有內表面、外表面及壁厚度，該壁厚度在外表面與內表面之間延伸。主體可由根據 ASTM 標準 E438-92 之 I 型 B 級玻璃形成。主體可在緩和在玻璃組成物中之揮發性物種的蒸發的處理條件下形成。光滑塗層可定位在主體之外表面之至少一部分周圍。主體之具有光滑塗層之外表面可具有小於或等於 0.7 之摩擦係數。

【0317】 第七態樣包括第一態樣及第三態樣至第六態樣中之任何態樣之玻璃容器，其中塗層在至少約 250°C 之溫度下熱穩定達 30 分鐘。

【0318】 第八態樣包括第一態樣及第三態樣至第七態樣中之任何態樣之玻璃容器，其中韌性無機塗層在至少約 280°C 之溫

度下熱穩定達 30 分鐘。

【0319】 第九態樣包括第一態樣之玻璃容器，其中韌性無機塗層為金屬氮化物塗層、金屬氧化物塗層、金屬硫化物塗層、 SiO_2 、類金剛石碳、石墨烯或碳化物塗層。

【0320】 第十態樣包括第一態樣之玻璃容器，其中韌性無機塗層包含以下各物中之至少一者： TiN 、 BN 、 HBN 、 TiO_2 、 Ta_2O_5 、 HfO_2 、 Nb_2O_5 、 V_2O_5 、 SiO_2 、 MoS_2 、 SiC 、 SnO 、 SnO_2 、 ZrO_2 、 Al_2O_3 、 BN 、 ZnO 及 BC 。

【0321】 第十一態樣包括第一態樣至第十態樣中之任何態樣之玻璃容器，其中主體具有在主體之內表面與主體之外表面之間延伸的內部區域，該內部區域具有持久層均勻性。

【0322】 第十二態樣包括第十一態樣之玻璃容器，其中內部區域具有至少 100 nm 之厚度。

【0323】 第十三態樣包括第一態樣至第十二態樣中之任何態樣之玻璃容器，其中主體之內表面具有持久表面均勻性。

【0324】 第十四態樣包括第十三態樣之玻璃容器，其中持久表面均勻性自主體之內表面延伸至主體之壁厚度中至少 10 nm 的深度 D_{SR} 。

【0325】 第十五態樣包括第一態樣至第十四態樣中之任何態樣之玻璃容器，其中主體之內表面經蝕刻。

【0326】 第十六態樣包括第一態樣至第十五態樣中之任何態樣之玻璃容器，其中主體之內表面經酸蝕刻。

【0327】 第十七態樣包括第一態樣至第十六態樣中之任何態樣之玻璃容器，其中玻璃主體之內表面為障壁塗層，且障壁

塗層具有小於或等於 10 之脫層因數。

【0328】 第十八態樣包括第十七態樣之玻璃容器，其中障壁塗層為無機塗層，該無機塗層為金屬氮化物塗層、金屬氧化物塗層、金屬硫化物塗層、 SiO_2 、類金剛石碳、石墨烯或碳化物塗層。

【0329】 第十九態樣包括第十七態樣之玻璃容器，其中障壁塗層包含以下各物中之至少一者： Al_2O_3 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 SnO 、 SnO_2 、 SiO_2 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 、 Cr_2O_3 、 V_2O_5 、 ZnO 或 HfO_2 或上述各者之組合。

【0330】 第二十態樣包括第十七態樣之玻璃容器，其中障壁塗層包含以下各物中之至少一者：一聚苯並咪唑；聚雙噁唑；聚雙噻唑；聚醚醯亞胺；聚喹啉；聚噻吩；聚苯硫醚；聚砜；聚氰酸酯；聚對二甲苯；氟化聚烯烴，包括聚四氟乙烯及其他含氟聚烯烴；全氟烷氧基聚合物；聚醚醚酮（PEEK）；聚醯胺；環氧樹脂；多酚；聚氨酯丙烯酸酯；環烯共聚物及環烯聚合物；聚烯烴，包括聚乙烯、氧化聚乙烯、聚丙烯、聚乙烯/丙烯共聚物、聚乙烯/乙酸乙烯酯共聚物、聚氯乙烯、聚丙烯酸酯、聚甲基丙烯酸酯、聚苯乙烯、聚異戊二烯、聚酸酐、聚順丁烯二酐、聚甲醛、聚縮醛及聚縮醛共聚物；二甲基或二苯基或甲基/苯基聚矽氧烷混合物；全氟化矽氧烷及其他經取代矽氧烷；聚醯亞胺；聚碳酸酯；聚酯；石蠟及蠟；或上述各者之各種組合。

【0331】 第二十一態樣包括第一態樣至第二十態樣中之任何態樣之玻璃容器，其中主體根據 DIN 12116 具有至少 S3 級抗

酸性或更佳抗酸性。

【0332】 第二十二態樣包括第一態樣至第二十一態樣中之任何態樣之玻璃容器，其中主體根據 ISO 695 具有至少 A2 級抗鹼性或更佳抗鹼性。

【0333】 第二十三態樣包括第一態樣至第二十二態樣中之任何態樣之玻璃容器，其中主體根據 ISO 719 具有至少 HgB2 型抗水解性或更佳抗水解性。

【0334】 第二十四態樣包括第一態樣至第二十三態樣中之任何態樣之玻璃容器，其中主體根據 ISO 720 具有至少 HgA2 型抗水解性或更佳抗水解性。

【0335】 第二十五態樣包括第一態樣至第二十四態樣中之任何態樣之玻璃容器，其中主體根據 USP <660>具有 1 型化學耐久性。

【0336】 第二十六態樣包括第一態樣至第二十五態樣中之任何態樣之玻璃容器，其中主體為模製成形主體。

【0337】 第二十七態樣包括第一態樣至第二十六態樣中之任何態樣之玻璃容器，其中主體用玻璃成形製程形成，其中主體自玻璃熔體單一地冷卻。

【0338】 第二十八態樣包括第一態樣至第二十七態樣中之任何態樣之玻璃容器，其中主體由鋁矽酸鹽玻璃組成物形成。

【0339】 第二十九態樣包括第一態樣至第二十八態樣中之任何態樣之玻璃容器，其中主體由鹼金屬鋁矽酸鹽玻璃組成物形成。

【0340】 第三十態樣包括第二十九態樣之玻璃容器，其中鹼金

屬鋁矽酸鹽玻璃組成物實質上不含有硼及含硼化合物。

【0341】第三十一態樣包括第二十九態樣及第三十態樣中之任何態樣之玻璃容器，其中鹼金屬鋁矽酸鹽玻璃組成物實質上不含有鋅及含鋅化合物。

【0342】第三十二態樣包括第二十九態樣至第三十一態樣中之任何態樣之玻璃容器，其中鹼金屬鋁矽酸鹽玻璃組成物實質上不含有磷及含磷化合物。

【0343】第三十三態樣包括第一態樣至第三十二態樣中之任何態樣之玻璃容器，其中主體由玻璃組成物形成，該玻璃組成物包含：約 67 莫耳%至約 75 莫耳%之 SiO_2 ；約 6 莫耳%至約 10 莫耳%之 Al_2O_3 ；約 5 莫耳%至約 12 莫耳%之鹼金屬氧化物，其中鹼金屬氧化物包含約 2.5 莫耳%至約 10 莫耳%之 Na_2O 及大於約 0 莫耳%至約 2.5 莫耳%之 K_2O ；約 9 莫耳%至約 15 莫耳%之鹼土金屬氧化物；及約 0 莫耳%至約 0.5 莫耳%之 SnO_2 。

【0344】第三十四態樣包括第三十三態樣之玻璃容器，其中玻璃組成物實質上不含有硼及含硼化合物。

【0345】第三十五態樣包括第三十三態樣及三十四態樣之玻璃容器，其中玻璃組成物實質上不含有鋅及含鋅化合物。

【0346】第三十六態樣包括第三十三態樣至三十四態樣之玻璃容器，其中玻璃組成物實質上不含有磷及含磷化合物。

【0347】第三十七態樣包括第一態樣至第三態樣及第五態樣之玻璃容器，其中主體由根據 ASTM 標準 E438-92 之 I 型 B 級玻璃形成。

【0348】第三十八態樣包括第三十七態樣之玻璃容器，其中根據 ASTM 標準 E438-92 之 I 型 B 級玻璃實質上不含有鋅及含鋅化合物。

【0349】第三十九態樣包括第二態樣之玻璃容器，其中暫態塗層在小於或等於 300℃ 之溫度下在小於或等於 1 小時內熱解。

【0350】第四十態樣包括第二態樣及第三十九態樣中之任何態樣之玻璃容器，其中暫態塗層包含聚乙二醇、甲基丙烯酸酯樹脂、三聚氰胺甲醛樹脂及聚乙烯醇之混合物。

【0351】第四十一態樣包括第二態樣及第三十九態樣至第四十態樣中之任何態樣之玻璃容器，其中暫態塗層包含一或多種多糖。

【0352】第四十二態樣包括第二態樣及第三十九態樣至第四十一態樣中之任何態樣之玻璃容器，其中暫態塗層包含聚丙烯酸或聚丙烯酸之衍生物。

【0353】第四十三態樣包括第二態樣及第三十九態樣至第四十二態樣中之任何態樣之玻璃容器，其中暫態塗層包含無機鹽。

【0354】第四十四態樣包括第二態樣及第三十九態樣至第四十四態樣中之任何態樣之玻璃容器，其中暫態塗層包含以下各物中之至少一者：聚環氧乙烷；聚環氧丙烷；環氧乙烷-環氧丙烷共聚物；聚乙烯吡咯啉酮；聚乙烯亞胺；聚甲基乙烯基醚；聚丙烯醯胺；聚甲基丙烯酸醯胺；聚氨酯；聚乙酸乙烯酯；聚乙烯甲醛；聚甲醛，包括聚縮醛及縮醛共聚物；聚甲基丙烯酸烷基酯；甲基纖維素；乙基纖維素；羥乙基纖維素；

羥丙基纖維素；羧甲基纖維素鈉；甲基羥丙基纖維素；聚丙烯酸及聚丙烯酸鹽；聚甲基丙烯酸及聚甲基丙烯酸鹽；乙烯-順丁烯二酸酐共聚物、乙烯-乙烯醇共聚物；乙烯-丙烯酸共聚物；乙酸乙烯酯-乙烯醇共聚物；甲基乙烯基醚-順丁烯二酸酐共聚物；可乳化聚氨酯；聚氧乙烯硬脂酸酯；及聚烯烴，包括聚乙烯、聚丙烯及聚乙烯、聚丙烯共聚物、澱粉及改質澱粉、親水膠體、聚丙烯醯胺、植物脂肪及動物脂肪、蠟、牛脂、皂、硬脂-石蠟乳液、二甲基或二苯基或甲基/苯基聚矽氧烷混合物、全氟化矽氧烷及其他經取代矽氧烷、烷基矽烷、芳族矽烷及氧化聚乙烯。

【0355】第四十五態樣包括第一態樣至第四十四態樣中之任何態樣之玻璃容器，其中玻璃容器由玻璃組成物形成，該玻璃組成物包含大於約 75 莫耳%之 SiO_2 且該玻璃組成物實質上不含有硼、鹼金屬氧化物及鹼土金屬氧化物。

【0356】第四十六態樣包括第三態樣至第六態樣中之任何態樣之玻璃容器，其中當以約 10°C /分鐘之升溫速率自 150°C 之溫度加熱至 350°C 時，塗層具有塗層質量之小於約 5% 的質量損失。

【0357】第四十七態樣包括第三態樣至第六態樣中之任何態樣之玻璃容器，其中韌性有機塗層包含聚合物化學組成物。

【0358】第四十七態樣包括第三態樣至第六態樣及第四十九態樣中之任何態樣之玻璃容器，其中韌性有機塗層進一步包含偶合劑。

【0359】第四十八態樣包括第五態樣或第六態樣中之任何態

樣之玻璃容器，其中至少主體之內表面具有小於或等於 10 之脫層因數。

【0360】第四十九態樣包括第一態樣至第四十八態樣中之任何態樣之玻璃容器，其中針對約 400 nm 至約 700 nm 之光波長，穿過玻璃容器之光透射大於或等於穿過未塗佈玻璃物件的光透射之約 55%。

【0361】第五十態樣包括第一態樣至第四十九態樣中之任何態樣之玻璃容器，其中玻璃容器為藥物封裝。

【0362】對熟習此項技術者將顯而易見，在不脫離所主張標的精神及範疇的情況下，可對本文中所描述之實施例進行各種修改及變化。因此，若本文中所描述之各種實施例的修改及變化在附加申請專利範圍及附加申請專利範圍之等效物的範疇內，則本說明書旨在涵蓋該等修改及變化。

【符號說明】

【0363】

- 100 玻璃容器
- 102 主體
- 104 內表面
- 106 外表面
- 108 內部體積
- 110 壁部分
- 112 底面部分
- 114 根部部分
- 120 內部區域

- 130 表面區域
- 131 障壁塗層
- 160 光滑塗層
- 162 外表面
- 164 玻璃接觸表面
- 170 聚合物層
- 174 界面
- 180 偶合劑層
- 190 界面層
- 202 壓縮應力層
- 204 玻璃核心層
- 205a 第一表面
- 205b 第二表面
- 206a 玻璃包覆層
- 206b 玻璃包覆層
- 300 測試架
- 310 第一玻璃容器
- 312 第一夾具
- 314 第一固定臂
- 316 第一底座
- 320 第二玻璃容器
- 322 第二夾具
- 324 第二固定臂
- 326 第二底座

- 330 接觸點
- 400 裝置
- 402 玻璃樣本腔
- 404 熔爐
- 406 轉子流量計
- 408 吸附劑阱
- 410 空氣淨化氣體
- 440 線
- 442 線
- 500 水平壓縮裝置
- 502a 壓板
- 502b 壓板
- 504 機械負荷
- 506 熔融玻璃包覆組成物
- 508 熔融玻璃核心組成物
- 510 溝槽
- 512 溝槽
- 516 外形成表面
- 518 外形成表面
- 520 根部
- 522 外形成表面
- 524 外形成表面
- A 離散點
- B 離散點

C 離散點

D_{LR1} 深度

D_{LR2} 深度

DoL 層深度

D_{SR} 深度

MP 中點線

T_w 壁厚度

T_{LR} 厚度

【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. 一種玻璃容器，該玻璃容器包含：

一主體，該主體具有一內表面、一外表面及一壁厚度，該壁厚度在該外表面與該內表面之間延伸，其中至少該主體之該內表面具有小於或等於 10 之一脫層因數；及

一韌性無機塗層，該韌性無機塗層定位在該主體之該外表面之至少一部分周圍，其中該主體之具有該韌性無機塗層之該外表面具有小於或等於 0.7 之一摩擦係數。

2. 如請求項 1 所述之玻璃容器，其中該韌性無機塗層在至少約 250°C 之一溫度下熱穩定達 30 分鐘。

3. 如請求項 2 所述之玻璃容器，其中該韌性無機塗層在至少約 280°C 之一溫度下熱穩定達 30 分鐘。

4. 如請求項 1 所述之玻璃容器，其中該韌性無機塗層為一金屬氮化物塗層、一金屬氧化物塗層、一金屬硫化物塗層、 SiO_2 、類金剛石碳、石墨烯或一碳化物塗層。

5. 如請求項 4 所述之玻璃容器，其中該韌性無機塗層包含以下各物中之至少一者： TiN 、 BN 、 hBN 、 TiO_2 、 Ta_2O_5 、 HfO_2 、 Nb_2O_5 、 V_2O_5 、 SiO_2 、 MoS_2 、 SiC 、 SnO 、 SnO_2 、 ZrO_2 、 Al_2O_3 、 BN 、 ZnO 及 BC 。

6. 如請求項 1 所述之玻璃容器，其中該主體具有在該主體之該內表面與該主體之該外表面之間延伸的一內部區域，該內部區域具有一持久層均勻性。

7. 如請求項 6 所述之玻璃容器，其中該內部區域具有至少 100 nm 之一厚度。

8. 如請求項 1 所述之玻璃容器，其中該主體之該內表面具有一持久表面均勻性。

9. 如請求項 8 所述之玻璃容器，其中該持久表面均勻性自該主體之該內表面延伸至該主體之該壁厚度中至少 10 nm 之一深度 D_{SR} 。

10. 如請求項 1 所述之玻璃容器，其中該主體之該內表面經蝕刻。

11. 如請求項 1 所述之玻璃容器，其中該主體之該內表面經酸蝕刻。

12. 如請求項 1 所述之玻璃容器，其中該主體之該內表面為一障壁塗層。

13. 如請求項 12 所述之玻璃容器，其中該障壁塗層為一無機

塗層，該無機塗層為一金屬氮化物塗層、一金屬氧化物塗層、一金屬硫化物塗層、 SiO_2 、類金剛石碳、石墨烯或一碳化物塗層。

14. 如請求項 12 所述之玻璃容器，其中該障壁塗層包含以下各物中之至少一者： Al_2O_3 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 SnO 、 SnO_2 、 SiO_2 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 、 Cr_2O_3 、 V_2O_5 、 ZnO 或 HfO_2 或上述各者之組合。

15. 如請求項 12 所述之玻璃容器，其中該障壁塗層包含以下各物中之至少一者：一聚苯並咪唑；聚雙噁唑；聚雙噻唑；聚醯醢亞胺；聚喹啉；聚噻吩；聚苯硫醚；聚砜；聚氰酸酯；聚對二甲苯；氟化聚烯烴，包括聚四氟乙烯及其他含氟聚烯烴；全氟烷氧基聚合物；聚醚醚酮（PEEK）；聚醯胺；環氧樹脂；多酚；聚氨酯丙烯酸酯；環烯共聚物及環烯聚合物；聚烯烴，包括聚乙烯、氧化聚乙烯、聚丙烯、聚乙烯/丙烯共聚物、聚乙烯/乙酸乙烯酯共聚物、聚氯乙烯、聚丙烯酸酯、聚甲基丙烯酸酯、聚苯乙烯、聚異戊二烯、聚酸酐、聚順丁烯二酐、聚甲醛、聚縮醛及聚縮醛共聚物；二甲基或二苯基或甲基/苯基聚矽氧烷混合物；全氟化矽氧烷及其他經取代矽氧烷；聚醯亞胺；聚碳酸酯；聚酯；石蠟及蠟；或上述各者之各種組合。

16. 如請求項 1 所述之玻璃容器，其中該主體根據 DIN 12116

具有至少一 S3 級抗酸性或更佳抗酸性。

17. 如請求項 1 所述之玻璃容器，其中該主體根據 ISO 695 具有至少一 A2 級抗鹼性或更佳抗鹼性。

18. 如請求項 1 所述之玻璃容器，其中該主體根據 ISO 719 具有至少一 HgB2 型抗水解性或更佳抗水解性。

19. 如請求項 1 所述之玻璃容器，其中該主體根據 ISO 720 具有至少一 HgA2 型抗水解性或更佳抗水解性。

20. 如請求項 1 所述之玻璃容器，其中該主體根據 USP <660> 具有一 1 型化學耐久性。

21. 如請求項 1 所述之玻璃容器，其中該主體為一模製成形主體。

22. 如請求項 1 所述之玻璃容器，其中該主體用一玻璃成形製程形成，其中該主體自一玻璃熔體單一地冷卻。

23. 如請求項 1 所述之玻璃容器，其中該主體由一鋁矽酸鹽玻璃組成物形成。

24. 如請求項 1 所述之玻璃容器，其中該主體由一鹼金屬鋁

矽酸鹽玻璃組成物形成。

25. 如請求項 24 所述之玻璃容器，其中該鹼金屬鋁矽酸鹽玻璃組成物實質上不含有硼及含硼化合物。

26. 如請求項 24 所述之玻璃容器，其中該鹼金屬鋁矽酸鹽玻璃組成物實質上不含有鋅及含鋅化合物。

27. 如請求項 24 所述之玻璃容器，其中該鹼金屬鋁矽酸鹽玻璃組成物實質上不含有磷及含磷化合物。

28. 如請求項 1 所述之玻璃容器，其中該主體由一玻璃組成物構成，該玻璃組成物包含：

約 67 莫耳%至約 75 莫耳%之 SiO_2 ；

約 6 莫耳%至約 10 莫耳%之 Al_2O_3 ；

自約 5 莫耳%至約 12 莫耳%之鹼金屬氧化物，其中該鹼金屬氧化物包含約 2.5 莫耳%至約 10 莫耳%之 Na_2O 及大於約 0 莫耳%至約 2.5 莫耳%之 K_2O ；

約 9 莫耳%至約 15 莫耳%之鹼土金屬氧化物；及

約 0 莫耳%至約 0.5 莫耳%之 SnO_2 。

29. 如請求項 28 所述之玻璃容器，其中該玻璃組成物實質上不含有硼及含硼化合物。

30. 如請求項 28 所述之玻璃容器，其中該玻璃組成物實質上不含有鋅及含鋅化合物。

31. 如請求項 28 所述之玻璃容器，其中該玻璃組成物實質上不含有磷及含磷化合物。

32. 如請求項 1 所述之玻璃容器，其中該主體由根據 ASTM 標準 E438-92 之一 I 型 B 級玻璃形成。

33. 如請求項 32 所述之玻璃容器，其中根據 ASTM 標準 E438-92 之該 I 型 B 級玻璃實質上不含有鋅及含鋅化合物。

34. 如請求項 1 所述之玻璃容器，其中該玻璃容器為一藥物封裝。

35. 一種玻璃容器，該玻璃容器包含：

一主體，該主體具有一內表面、一外表面及一壁厚度，該壁厚度在該外表面與該內表面之間延伸，其中至少該主體之該內表面具有小於或等於 10 之一脫層因數；及

一暫態塗層，該暫態塗層定位在該主體之該外表面之至少一部分周圍，其中該主體之具有該暫態塗層之該外表面具有小於或等於 0.7 之一摩擦係數。

36. 如請求項 35 所述之玻璃容器，其中該暫態塗層在小於或

等於 300℃ 之溫度下在小於或等於 1 小時內熱解。

37. 如請求項 35 所述之玻璃容器，其中該暫態塗層包含聚乙二醇、甲基丙烯酸酯樹脂、三聚氰胺甲醛樹脂及聚乙烯醇之一混合物。

38. 如請求項 35 所述之玻璃容器，其中該暫態塗層包含一或多種多糖。

39. 如請求項 35 所述之玻璃容器，其中該暫態塗層包含聚丙烯酸或聚丙烯酸之一衍生物。

40. 如請求項 38 所述之玻璃容器，其中該暫態塗層包含一無機鹽。

41. 如請求項 35 所述之玻璃容器，其中該暫態塗層包以下各物中之至少一者：聚環氧乙烷；聚環氧丙烷；環氧乙烷-環氧丙烷共聚物；聚乙烯吡咯啉酮；聚乙烯亞胺；聚甲基乙烯基醚；聚丙烯醯胺；聚甲基丙烯酸醯胺；聚氨酯；聚乙酸乙烯酯；聚乙烯甲醛；聚甲醛，包括聚縮醛及縮醛共聚物；聚甲基丙烯酸烷基酯；甲基纖維素；乙基纖維素；羥乙基纖維素；羥丙基纖維素；羧甲基纖維素鈉；甲基羥丙基纖維素；聚丙烯酸及聚丙烯酸鹽；聚甲基丙烯酸及聚甲基丙烯酸鹽；乙烯-順丁烯二酸酐共聚物；乙烯-乙烯醇共聚物；乙烯-丙烯酸共聚

物；乙酸乙烯酯-乙烯醇共聚物；甲基乙烯基醚-順丁烯二酸酐共聚物；可乳化聚氨酯；聚氧乙烯硬脂酸酯；及聚烯烴，包括聚乙烯、聚丙烯及聚乙烯、聚丙烯共聚物、澱粉及改質澱粉、親水膠體、聚丙烯醯胺、植物脂肪及動物脂肪、蠟、牛脂、皂、硬脂-石蠟乳液、二甲基或二苯基或甲基/苯基聚矽氧烷混合物、全氟化矽氧烷及其他經取代矽氧烷、烷基矽烷、芳族矽烷及氧化聚乙烯。

42. 如請求項 35 所述之玻璃容器，其中該主體具有在該主體之該內表面與該主體之該外表面之間延伸的一內部區域，該內部區域具有一持久層均勻性。

43. 如請求項 42 所述之玻璃容器，其中該內部區域具有至少 100 nm 之一厚度。

44. 如請求項 35 所述之玻璃容器，其中該主體之該內表面具有一持久表面均勻性。

45. 如請求項 44 所述之玻璃容器，其中該持久表面均勻性自該主體之該內表面延伸至該主體之該壁厚度中至少 10 nm 之一深度 D_{SR} 。

46. 如請求項 44 所述之玻璃容器，其中該主體之該內表面經蝕刻。

47. 如請求項 44 所述之玻璃容器，其中該主體之該內表面經酸蝕刻。

48. 如請求項 35 所述之玻璃容器，其中該主體之該內表面爲一障壁塗層。

49. 如請求項 48 所述之玻璃容器，其中該障壁塗層爲一金屬氮化物塗層、一金屬氧化物塗層、一金屬硫化物塗層、 SiO_2 、類金剛石碳、石墨烯或一碳化物塗層。

50. 如請求項 48 所述之玻璃容器，其中該障壁塗層包含以下各物中之至少一者： Al_2O_3 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 SnO 、 SnO_2 、 SiO_2 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 、 Cr_2O_3 、 V_2O_5 、 ZnO 或 HfO_2 或上述各者之組合。

51. 如請求項 48 所述之玻璃容器，其中該障壁塗層包含以下各物中之至少一者：一聚苯並咪唑；聚雙噁唑；聚雙噻唑；聚醚醯亞胺；聚喹啉；聚噻吩；聚苯硫醚；聚砜；聚氰酸酯；聚對二甲苯；氟化聚烯烴，包括聚四氟乙烯及其他含氟聚烯烴；全氟烷氧基聚合物；聚醚醚酮（PEEK）；聚醯胺；環氧樹脂；多酚；聚氨酯丙烯酸酯；環烯共聚物及環烯聚合物；聚烯烴，包括聚乙烯、氧化聚乙烯、聚丙烯、聚乙烯/丙烯共聚物、聚乙烯/乙酸乙烯酯共聚物、聚氯乙烯、聚丙烯酸酯、

聚甲基丙烯酸酯、聚苯乙烯、聚異戊二烯、聚酸酐、聚順丁烯二酐、聚甲醛、聚縮醛及聚縮醛共聚物；二甲基或二苯基或甲基/苯基聚矽氧烷混合物；全氟化矽氧烷及其他經取代矽氧烷；聚醯亞胺；聚碳酸酯；聚酯；石蠟及蠟；或上述各者之各種組合。

52. 如請求項 35 所述之玻璃容器，其中該主體根據 DIN 12116 具有至少一 S3 級抗酸性或更佳抗酸性。

53. 如請求項 35 所述之玻璃容器，其中該主體根據 ISO 695 具有至少一 A2 級抗鹼性或更佳抗鹼性。

54. 如請求項 35 所述之玻璃容器，其中該主體根據 ISO 719 具有至少一 HgB2 型抗水解性或更佳抗水解性。

55. 如請求項 35 所述之玻璃容器，其中該主體根據 ISO 720 具有至少一 HgA2 型抗水解性或更佳抗水解性。

56. 如請求項 35 所述之玻璃容器，其中該主體根據 USP <660>具有一 1 型化學耐久性。

57. 如請求項 35 所述之玻璃容器，其中該主體用一玻璃成形製程形成，其中該主體自一玻璃熔體單一地冷卻。

58. 如請求項 35 所述之玻璃容器，其中該主體由一鋁矽酸鹽玻璃組成物形成。

59. 如請求項 35 所述之玻璃容器，其中該主體由一鹼金屬鋁矽酸鹽玻璃組成物形成。

60. 如請求項 35 所述之玻璃容器，其中該鹼金屬鋁矽酸鹽玻璃組成物實質上不含有硼及含硼化合物。

61. 如請求項 35 所述之玻璃容器，其中該鹼金屬鋁矽酸鹽玻璃組成物實質上不含有鋅及含鋅化合物。

62. 如請求項 35 所述之玻璃容器，其中該鹼金屬鋁矽酸鹽玻璃組成物實質上不含有磷及含磷化合物。

63. 如請求項 35 所述之玻璃容器，其中該主體由一玻璃組成物形成，該玻璃組成物包含：

約 67 莫耳%至約 75 莫耳%之 SiO_2 ；

約 6 莫耳%至約 10 莫耳%之 Al_2O_3 ；

約 5 莫耳%至約 12 莫耳%之鹼金屬氧化物，其中該鹼金屬氧化物包含約 2.5 莫耳%至約 10 莫耳%之 Na_2O 及大於約 0 莫耳%至約 2.5 莫耳%之 K_2O ；

約 9 莫耳%至約 15 莫耳%之鹼土金屬氧化物；及

自約 0 莫耳%至約 0.5 莫耳%之 SnO_2 。

64. 如請求項 63 所述之玻璃容器，其中該玻璃組成物包含約 0 莫耳%至約 3 莫耳%之 B_2O_3 。

65. 如請求項 63 所述之玻璃容器，其中該玻璃組成物實質上不含有硼及含硼化合物。

66. 如請求項 63 所述之玻璃容器，其中該玻璃組成物實質上不含有鋅及含鋅化合物。

67. 如請求項 63 所述之玻璃容器，其中該玻璃組成物實質上不含有磷及含磷化合物。

68. 如請求項 38 所述之玻璃容器，其中該主體由根據 ASTM 標準 E438-92 之一 I 型 B 級玻璃形成。

69. 如請求項 68 所述之玻璃容器，其中根據 ASTM 標準 E438-92 之該 I 型 B 級玻璃不含有鋅及含鋅化合物。

70. 如請求項 35 所述之玻璃容器，其中該玻璃容器由一玻璃組成物形成，該玻璃組成物包含大於約 75 莫耳%之 SiO_2 且該玻璃組成物實質上不含有硼、鹼金屬氧化物及鹼土金屬氧化物。

71. 如請求項 35 所述之玻璃容器，其中該玻璃容器爲一藥物封裝。

72. 一種玻璃容器，該玻璃容器包含：

一主體，該主體具有一內表面、一外表面及一壁厚度，該壁厚度在該外表面與該內表面之間延伸，其中至少該主體之該內表面具有小於或等於 10 之一脫層因數；及

一韌性有機塗層，該韌性有機塗層定位在該主體之該外表面之至少一部分周圍，其中該主體之具有該韌性有機塗層之該外表面具有小於或等於 0.7 之一摩擦係數。

73. 如請求項 72 所述之玻璃容器，其中該韌性有機塗層在至少約 250°C 之一溫度下熱穩定達 30 分鐘。

74. 如請求項 72 所述之玻璃容器，其中該韌性有機塗層在至少約 280°C 之一溫度下熱穩定達 30 分鐘。

75. 如請求項 72 所述之玻璃容器，其中針對約 400 nm 至約 700 nm 之光波長，穿過該玻璃容器之一光透射大於或等於穿過一未塗佈玻璃物件之一光透射之約 55%。

76. 如請求項 72 所述之玻璃容器，其中當以約 10°C /分鐘之一升溫速率自 150°C 之一溫度加熱至 350°C 時，該韌性有機塗層具有該韌性有機塗層質量之小於約 5% 之一質量損失。

77. 如請求項 72 所述之玻璃容器，其中該韌性有機塗層包含一聚合物化學組成物。

78. 如請求項 77 所述之玻璃容器，其中該韌性有機塗層進一步包含一偶合劑。

79. 如請求項 72 所述之玻璃容器，其中該主體具有在該主體之該內表面與該主體之該外表面之間延伸的一內部區域，該內部區域具有一持久層均勻性。

80. 如請求項 79 所述之玻璃容器，其中該內部區域具有至少 100 nm 之一厚度。

81. 如請求項 72 所述之玻璃容器，其中該主體之該內表面具有一持久表面均勻性。

82. 如請求項 81 所述之玻璃容器，其中該持久表面均勻性自該主體之該內表面延伸至該主體之該壁厚度中至少 10 nm 之一深度 D_{SR} 。

83. 如請求項 72 所述之玻璃容器，其中該主體之該內表面經蝕刻。

84. 如請求項 72 所述之玻璃容器，其中該主體之該內表面經酸蝕刻。

85. 如請求項 72 所述之玻璃容器，其中該主體之該內表面爲一障壁塗層。

86. 如請求項 85 所述之玻璃容器，其中該障壁塗層爲一金屬氮化物塗層、一金屬氧化物塗層、一金屬硫化物塗層、 SiO_2 、類金剛石碳、石墨烯或一碳化物塗層。

87. 如請求項 85 所述之玻璃容器，其中該障壁塗層包含以下各物中之至少一者： Al_2O_3 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 SnO 、 SnO_2 、 SiO_2 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 、 Cr_2O_3 、 V_2O_5 、 ZnO 或 HfO_2 或上述各者之組合。

88. 如請求項 85 所述之玻璃容器，其中該障壁塗層包含以下各物中之至少一者：一聚苯並咪唑；聚雙噁唑；聚雙噻唑；聚醚醯亞胺；聚喹啉；聚噻吩；聚苯硫醚；聚砜；聚氰酸酯；聚對二甲苯；氟化聚烯烴，包括聚四氟乙烯及其他含氟聚烯烴；全氟烷氧基聚合物；聚醚醚酮（PEEK）；聚醯胺；環氧樹脂；多酚；聚氨酯丙烯酸酯；環烯共聚物及環烯聚合物；聚烯烴，包括聚乙烯、氧化聚乙烯、聚丙烯、聚乙烯/丙烯共聚物、聚乙烯/乙酸乙烯酯共聚物、聚氯乙烯、聚丙烯酸酯、聚甲基丙烯酸酯、聚苯乙烯、聚異戊二烯、聚酸酐、聚順丁

烯二酐、聚甲醛、聚縮醛及聚縮醛共聚物；二甲基或二苯基或甲基/苯基聚矽氧烷混合物；全氟化矽氧烷及其他經取代矽氧烷；聚醯亞胺；聚碳酸酯；聚酯；石蠟及蠟；或上述各者之各種組合。

89. 如請求項 72 所述之玻璃容器，其中該主體根據 DIN 12116 具有至少一 S3 級抗酸性或更佳抗酸性。

90. 如請求項 72 所述之玻璃容器，其中該主體根據 ISO 695 具有至少一 A2 級抗鹼性或更佳抗鹼性。

91. 如請求項 72 所述之玻璃容器，其中該主體根據 ISO 719 具有至少一 HgB2 型抗水解性或更佳抗水解性。

92. 如請求項 72 所述之玻璃容器，其中該主體根據 ISO 720 具有至少一 HgA2 型抗水解性或更佳抗水解性。

93. 如請求項 72 所述之玻璃容器，其中該主體根據 USP <660>具有一 1 型化學耐久性。

94. 如請求項 72 所述之玻璃容器，其中該主體為一模製成形主體。

95. 如請求項 94 所述之玻璃容器，其中該主體用一玻璃成

形製程形成，其中該主體自一玻璃熔體單一地冷卻。

96. 如請求項 72 所述之玻璃容器，其中該主體由一鋁矽酸鹽玻璃組成物形成。

97. 如請求項 72 所述之玻璃容器，其中該主體由一鹼金屬鋁矽酸鹽玻璃組成物形成。

98. 如請求項 97 所述之玻璃容器，其中該鹼金屬鋁矽酸鹽玻璃組成物實質上不含有硼及含硼化合物。

99. 如請求項 97 所述之玻璃容器，其中該鹼金屬鋁矽酸鹽玻璃組成物實質上不含有鋅及含鋅化合物。

100. 如請求項 97 所述之玻璃容器，其中該鹼金屬鋁矽酸鹽玻璃組成物實質上不含有磷及含磷化合物。

101. 如請求項 72 所述之玻璃容器，其中該主體由一玻璃組成物形成，該玻璃組成物包含：

約 67 莫耳%至約 75 莫耳%之 SiO_2 ；

約 6 莫耳%至約 10 莫耳%之 Al_2O_3 ；

約 5 莫耳%至約 12 莫耳%之鹼金屬氧化物，其中該鹼金屬氧化物包含約 2.5 莫耳%至約 10 莫耳%之 Na_2O 及大於約 0 莫耳%至約 2.5 莫耳%之 K_2O ；

約 9 莫耳%至約 15 莫耳%之鹼土金屬氧化物；及
約 0 莫耳%至約 0.5 莫耳%之 SnO_2 。

102. 如請求項 101 所述之玻璃容器，其中該玻璃組成物實質上不含有硼及含硼化合物。

103. 如請求項 101 所述之玻璃容器，其中該玻璃組成物實質上不含有鋅及含鋅化合物。

104. 如請求項 101 所述之玻璃容器，其中該玻璃組成物實質上不含有磷及含磷化合物。

105. 如請求項 72 所述之玻璃容器，其中該主體由根據 ASTM 標準 E438-92 之一 I 型 B 級玻璃形成。

106. 如請求項 105 所述之玻璃容器，其中根據 ASTM 標準 E438-92 之該 I 型 B 級玻璃實質上不含有鋅及含鋅化合物。

107. 如請求項 72 所述之玻璃容器，其中該玻璃容器由一玻璃組成物形成，該玻璃組成物包含大於約 75 莫耳%之 SiO_2 且該玻璃組成物實質上不含有硼、鹼金屬氧化物及鹼金屬氧化物。

108. 如請求項 72 所述之玻璃容器，其中該玻璃容器為一藥物封裝。

109. 一種玻璃容器，該玻璃容器包含：

一主體，該主體具有一內表面、一外表面及一壁厚度，該壁厚度在該外表面與該內表面之間延伸，其中該主體由根據 ASTM 標準 E438-92 之一 I 型 B 級玻璃形成；

一障壁塗層，該障壁塗層定位於該主體之該內表面上，以使得含在該玻璃容器中之一組成物不接觸該主體之該內表面；及

一光滑塗層，該光滑塗層定位在該主體之該外表面之至少一部分周圍，其中該主體之具有該光滑塗層之該外表面具有小於或等於 0.7 之一摩擦係數。

110. 如請求項 109 所述之玻璃容器，其中具有該障壁塗層之該主體具有小於或等於 10 之一脫層因數。

111. 如請求項 109 所述之玻璃容器，其中該光滑塗層在至少約 250°C 之一溫度下熱穩定達 30 分鐘。

112. 如請求項 111 所述之玻璃容器，其中該光滑塗層在至少約 280°C 之一溫度下熱穩定達 30 分鐘。

113. 一種玻璃容器，該玻璃容器包含：

一主體，該主體具有一內表面、一外表面及一壁厚度，該壁厚度自該外表面延伸至該內表面，其中該主體根據該 ISO 719 標準具有至少 HGB2 或更佳之一抗水解性且該主體由一玻璃組成物形成，該玻璃組成物不含以下組成成分：該等組成成分形成物種，該物種在對應於約 200 泊至約 100 千泊之一範圍中的一黏度之溫度下顯著揮發；及

一光滑塗層，該光滑塗層定位在該主體之該外表面之至少一部分周圍，其中該主體之具有該光滑塗層之該外表面具有小於或等於 0.7 之一摩擦係數。

114. 如請求項 113 所述之玻璃容器，其中該光滑塗層在至少約 250°C 之一溫度下熱穩定達 30 分鐘。

115. 如請求項 114 所述之玻璃容器，其中該光滑塗層在至少約 280°C 之一溫度下熱穩定達 30 分鐘。

116. 如請求項 113 所述之玻璃容器，其中至少該主體之該內表面具有小於或等於 10 之一脫層因數。

117. 一種玻璃容器，該玻璃容器包含：

一主體，該主體具有一內表面、一外表面及一壁厚度，該壁厚度在該外表面與該內表面之間延伸，其中該主體由根據 ASTM 標準 E438-92 之一 I 型 B 級玻璃形成；及

一光滑塗層，該光滑塗層定位在該主體之該外表面之至

少一部分周圍，其中該主體之具有該光滑塗層之該外表面具有小於或等於 0.7 之一摩擦係數，且該主體在緩和該玻璃中之揮發性物種之該蒸發的處理條件下形成。

118. 如請求項 117 所述之玻璃容器，其中該主體在成形溫度下形成，該等成形溫度小於該玻璃中之該等揮發性物種的一最低蒸發溫度。

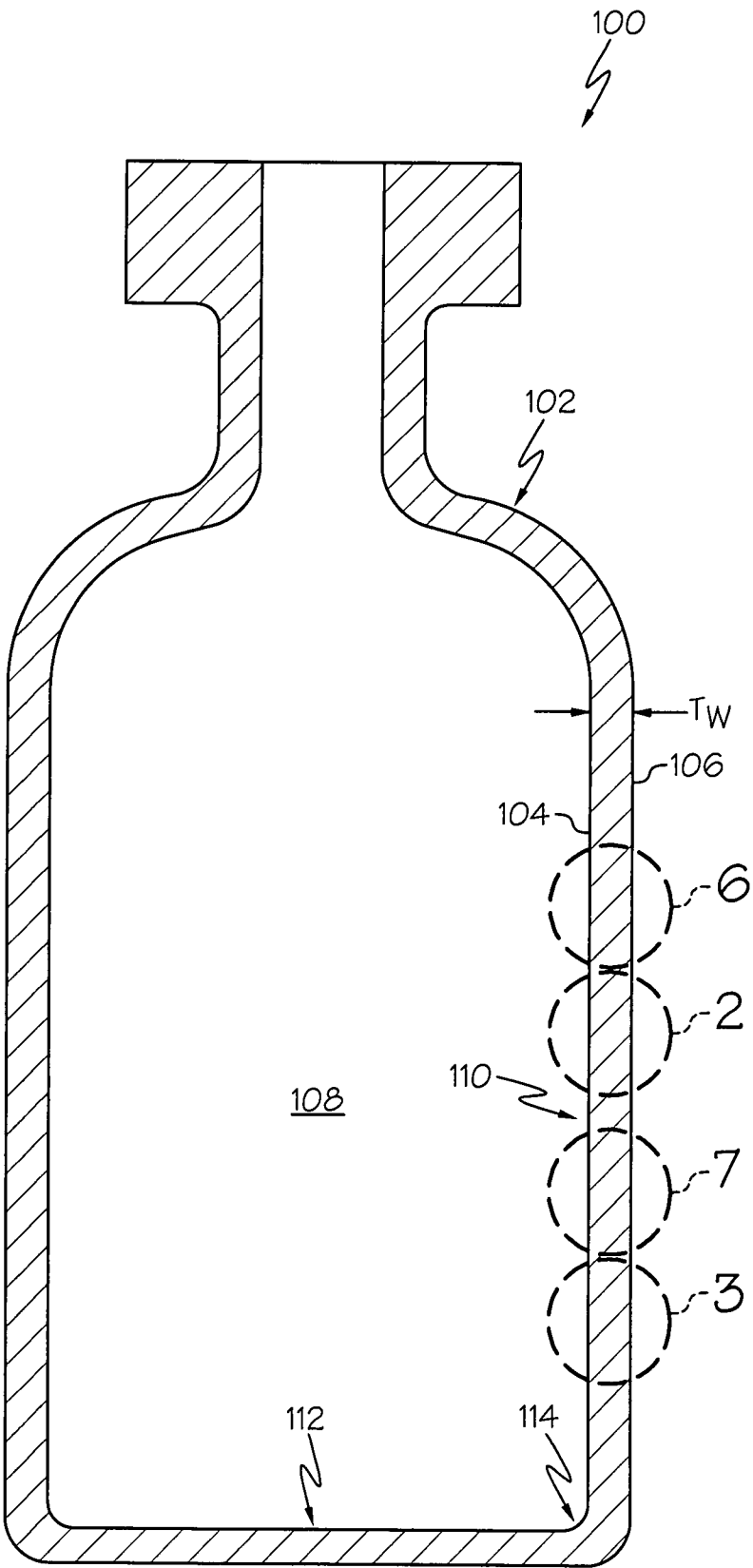
119. 如請求項 117 所述之玻璃容器，其中該主體以成形速度形成，該等成形速度小於該玻璃組成物中之揮發性物種蒸發的成形速度。

120. 如請求項 117 所述之玻璃容器，其中該光滑塗層在至少約 250°C 之一溫度下熱穩定達 30 分鐘。

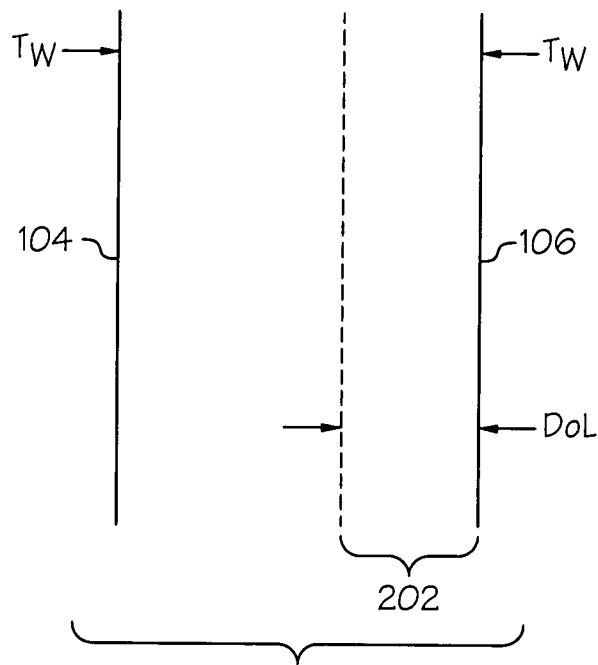
121. 如請求項 120 所述之玻璃容器，其中該光滑塗層在至少約 280°C 之一溫度下熱穩定達 30 分鐘。

122. 如請求項 117 所述之玻璃容器，其中至少該主體之該內表面具有小於或等於 10 之一脫層因數。

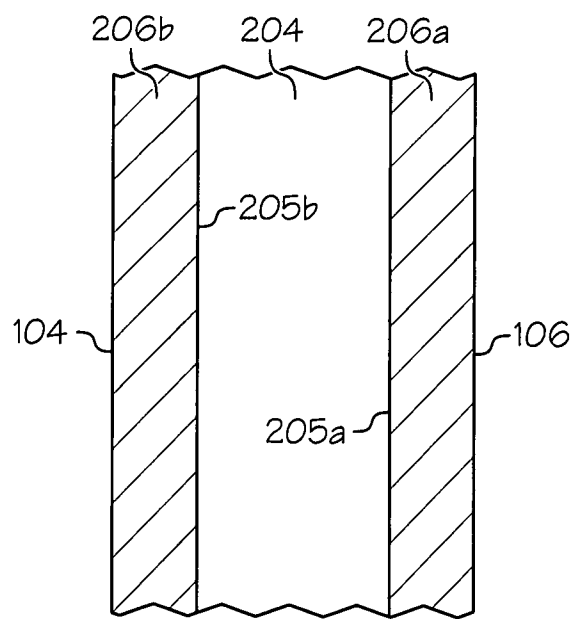
圖式



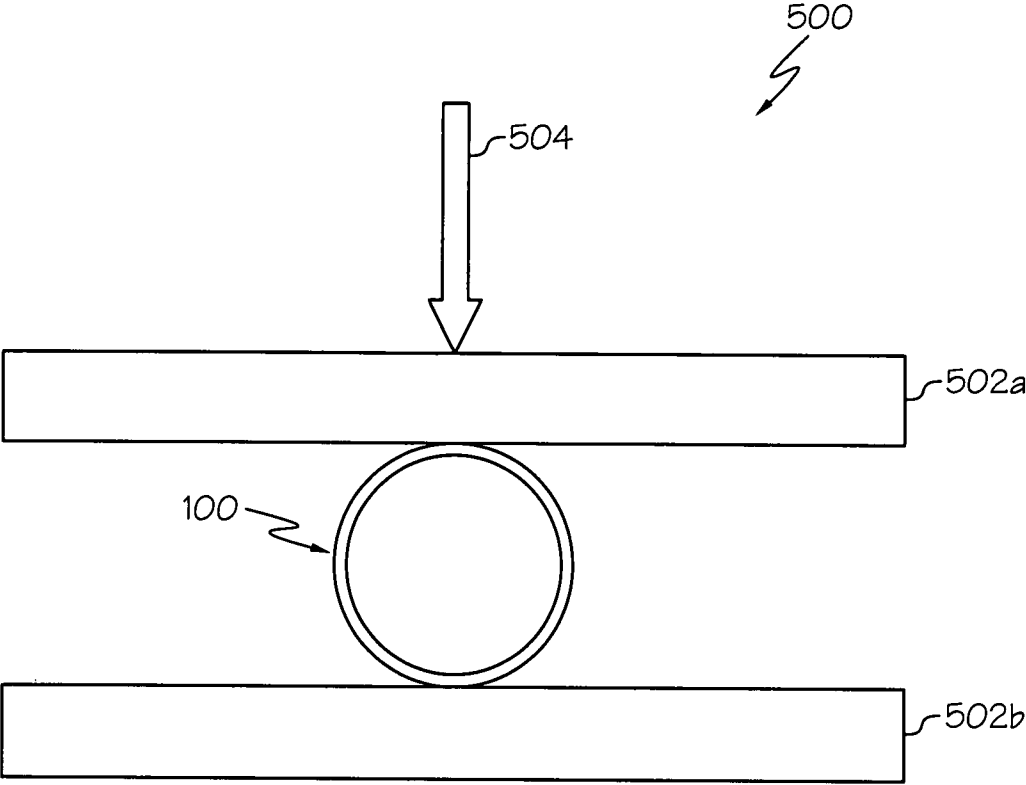
第1圖



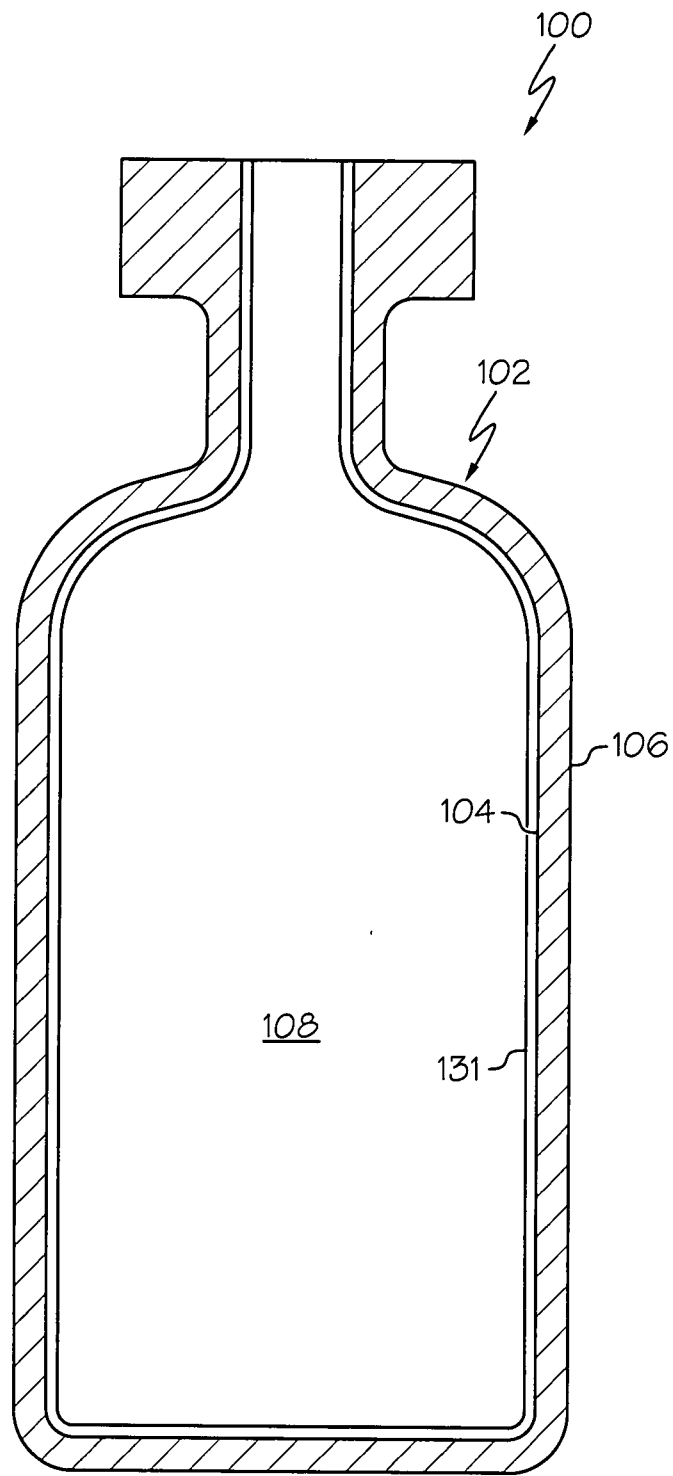
第2圖



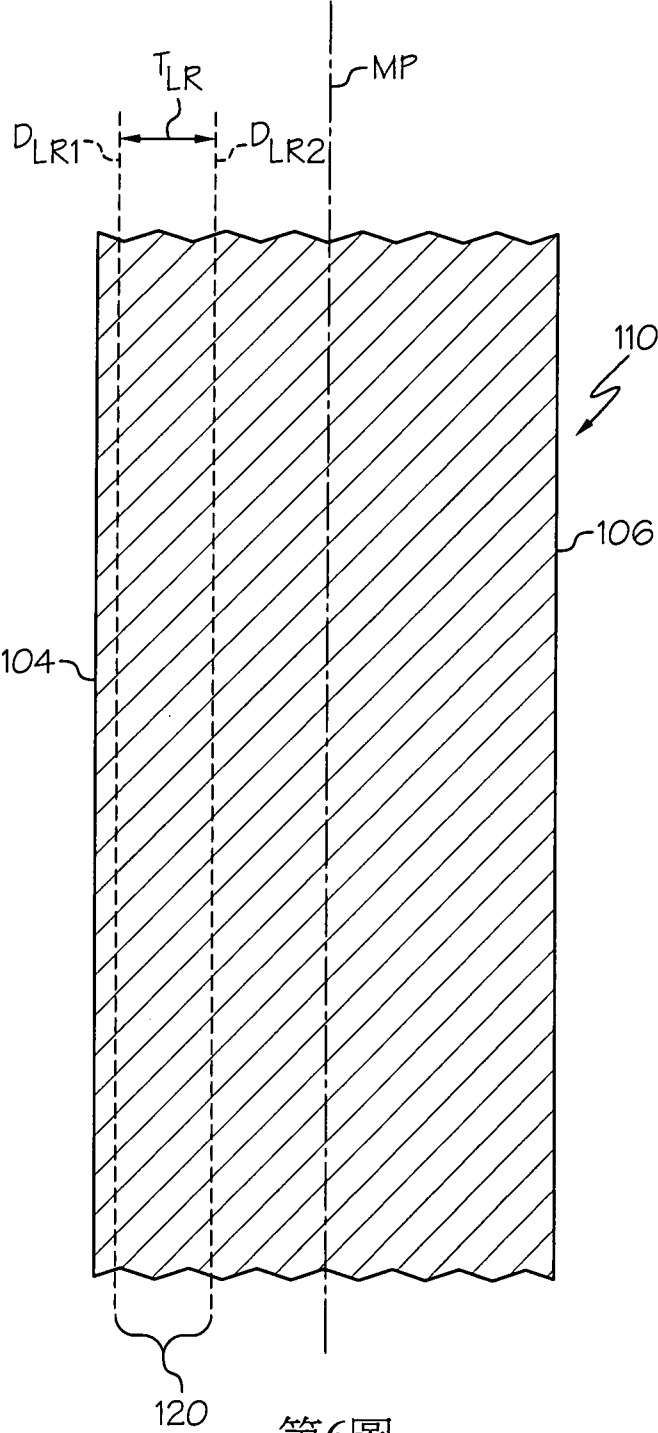
第3圖



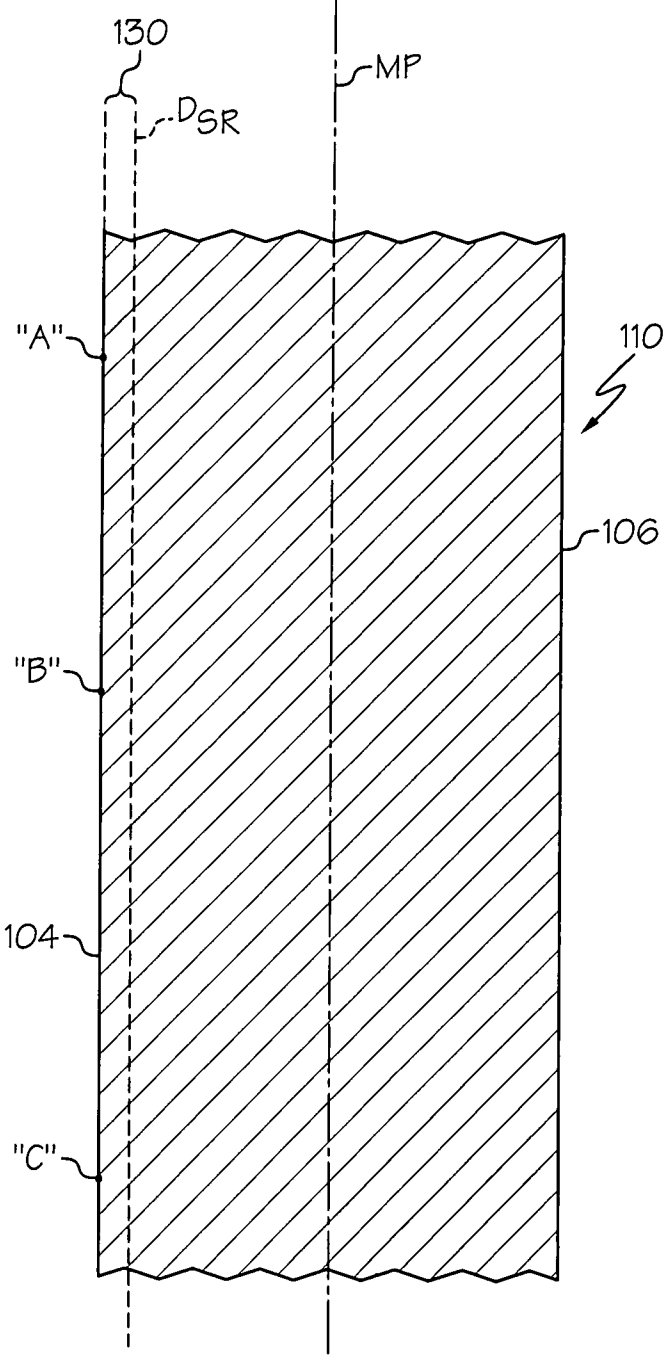
第4圖



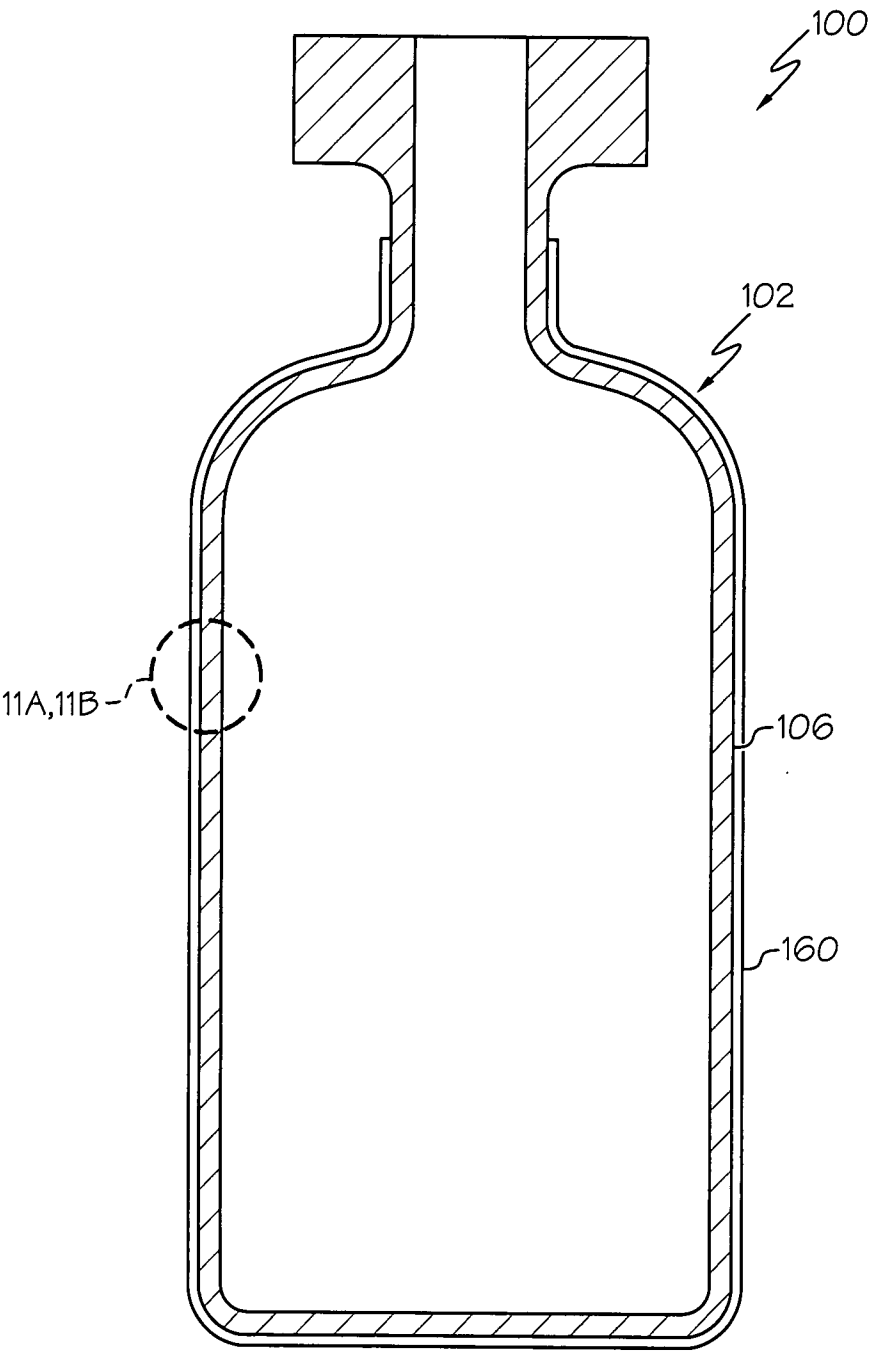
第5圖



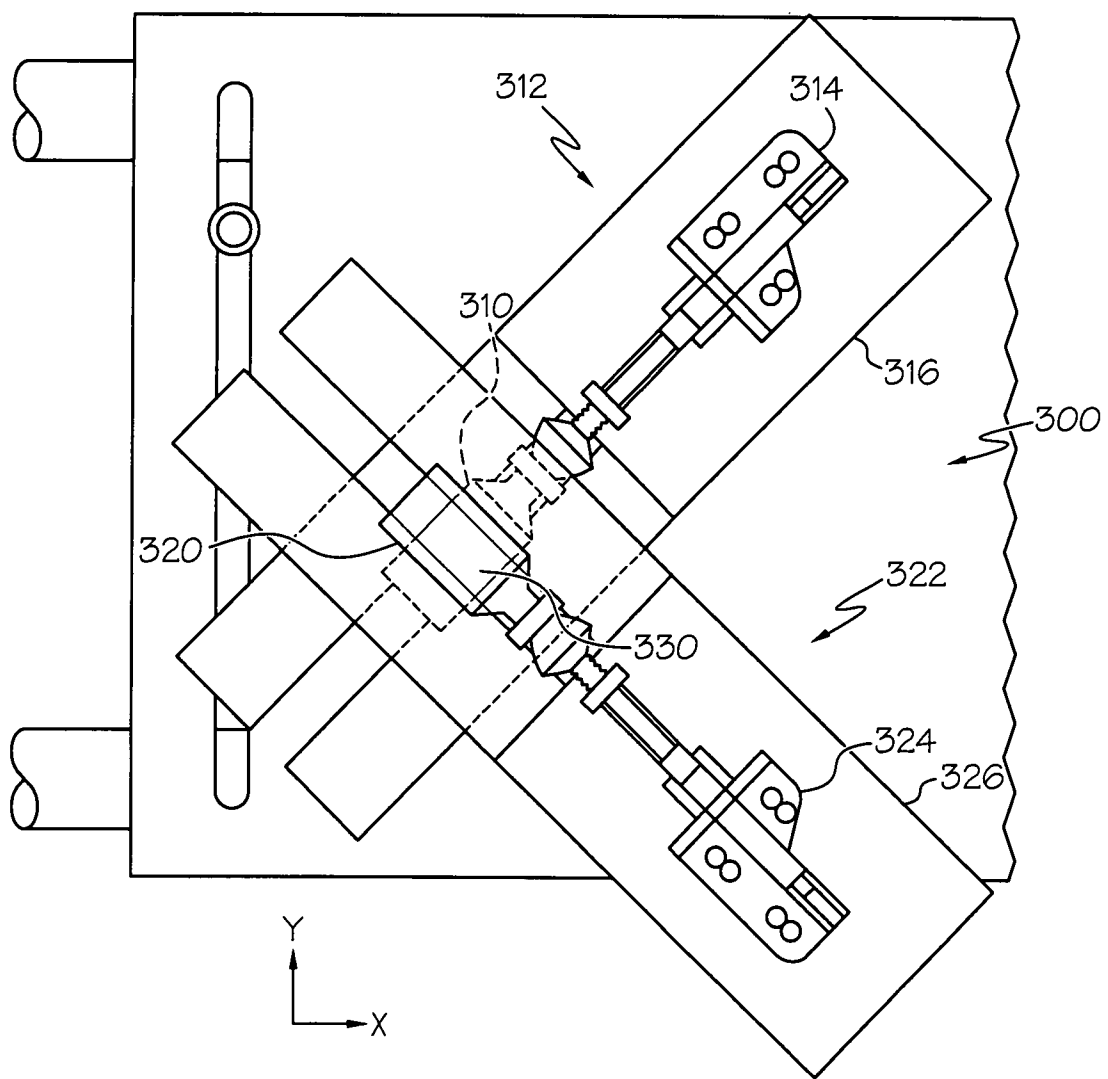
第6圖



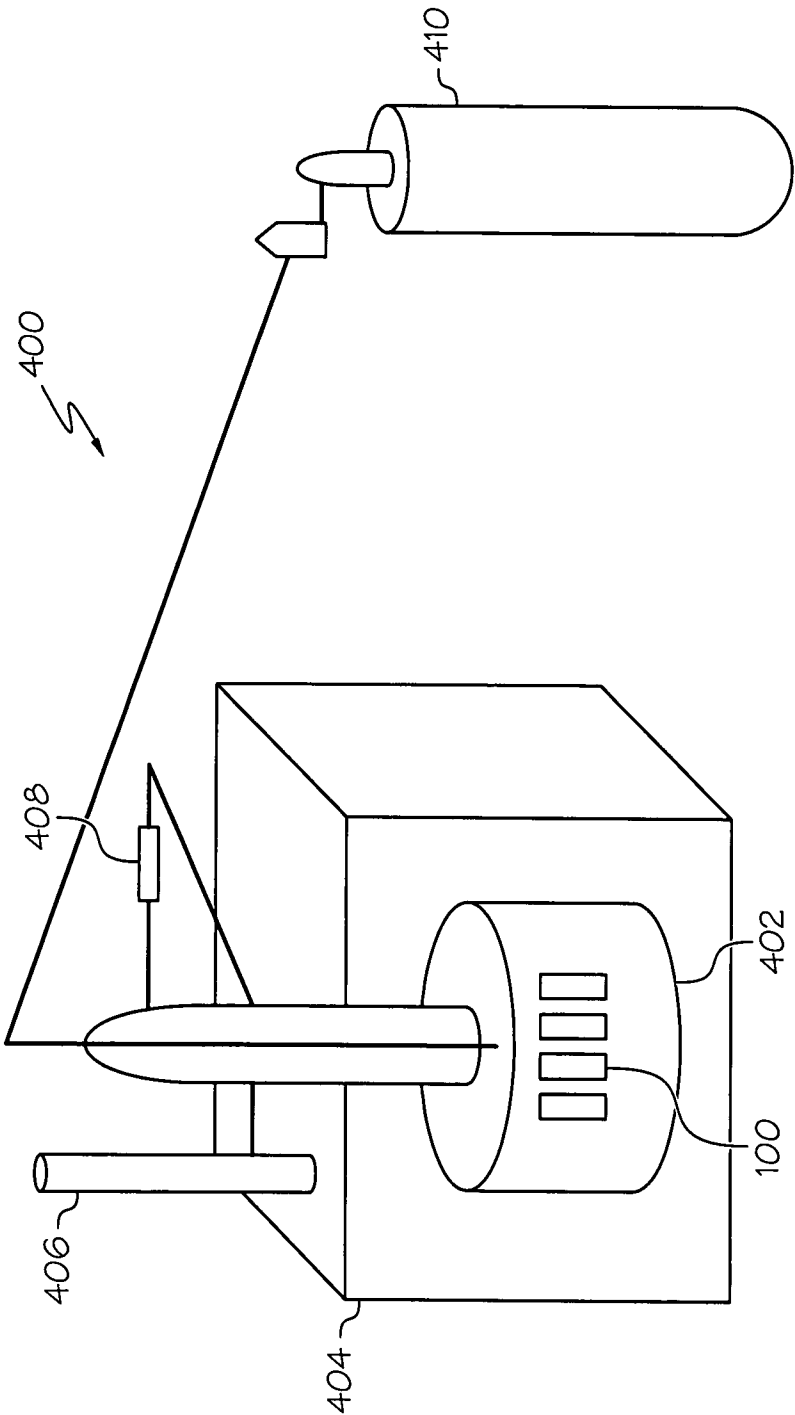
第7圖



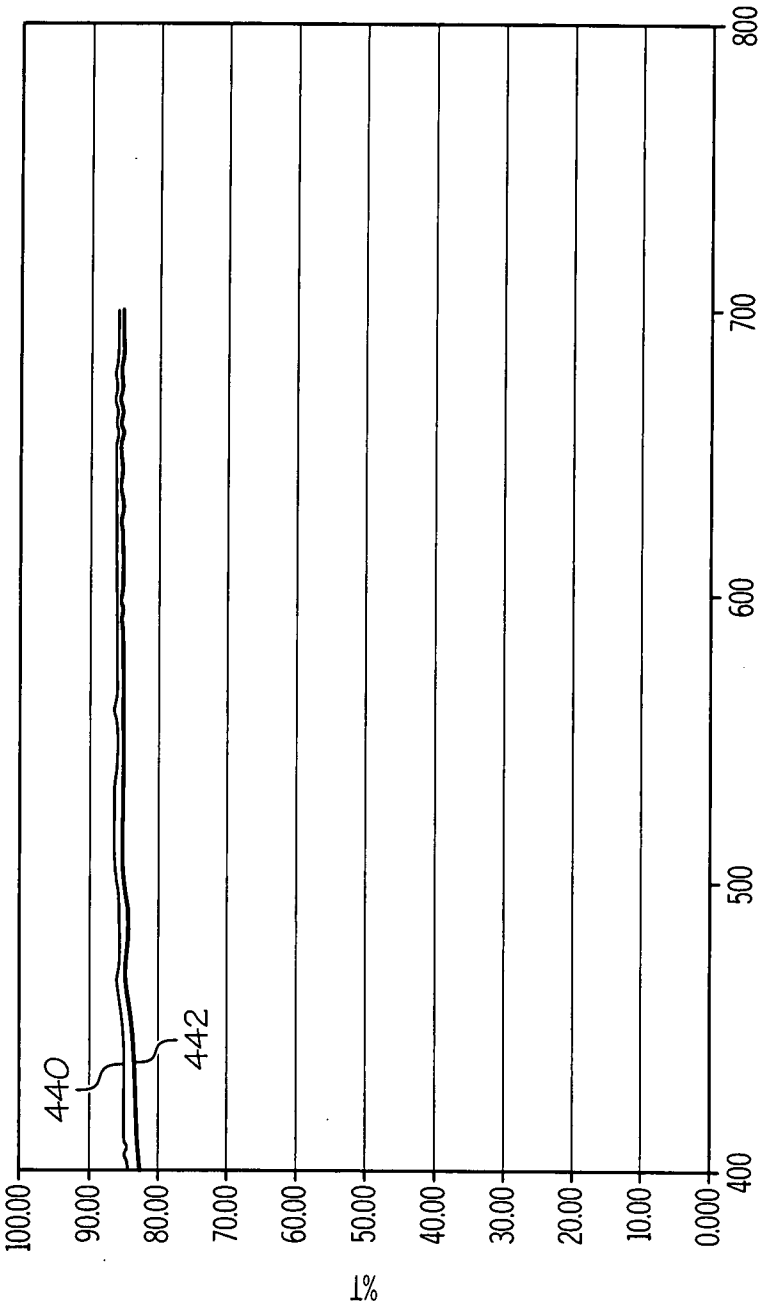
第8圖



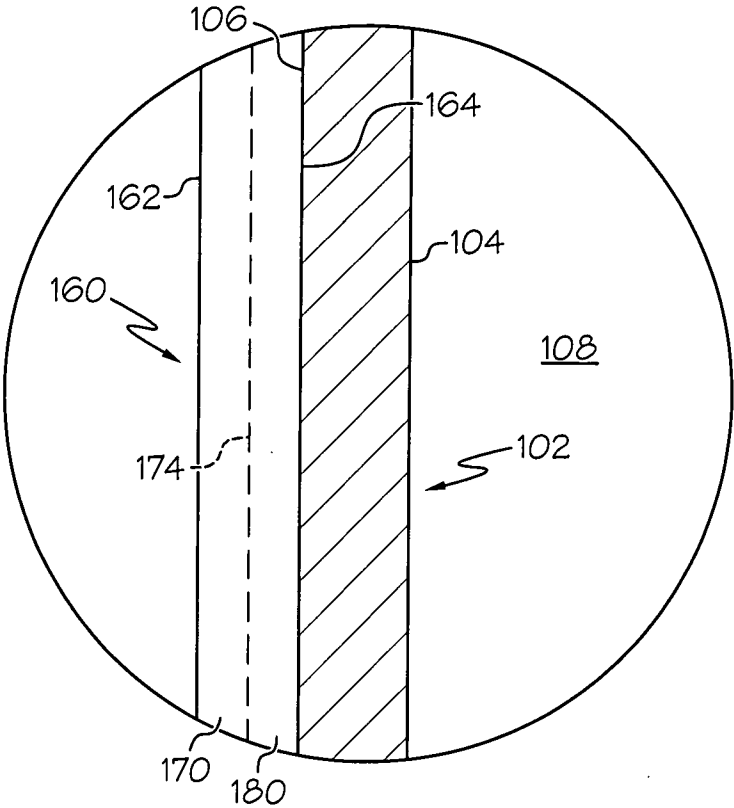
第9圖



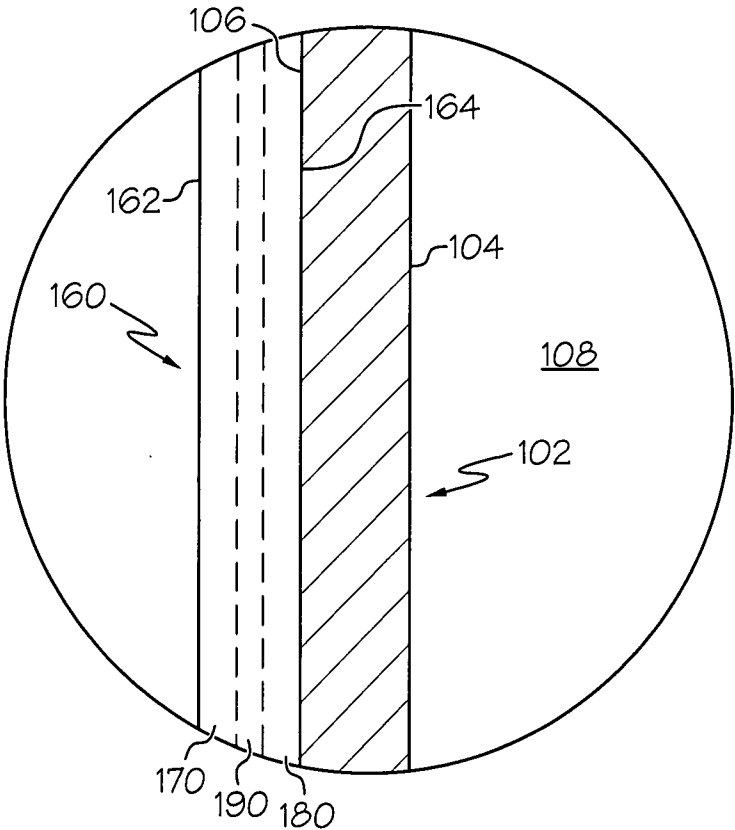
第10圖



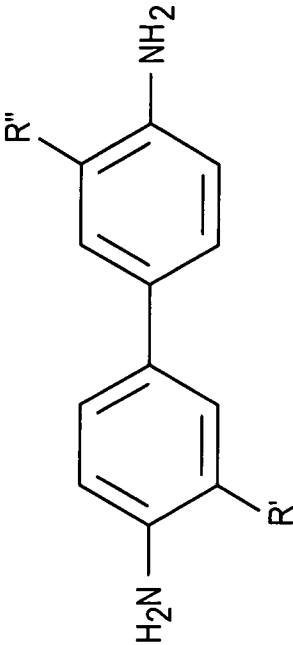
第11圖



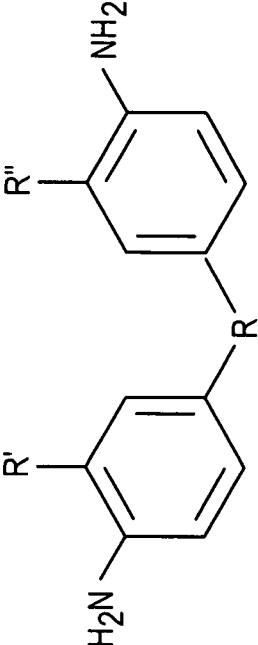
第12A圖



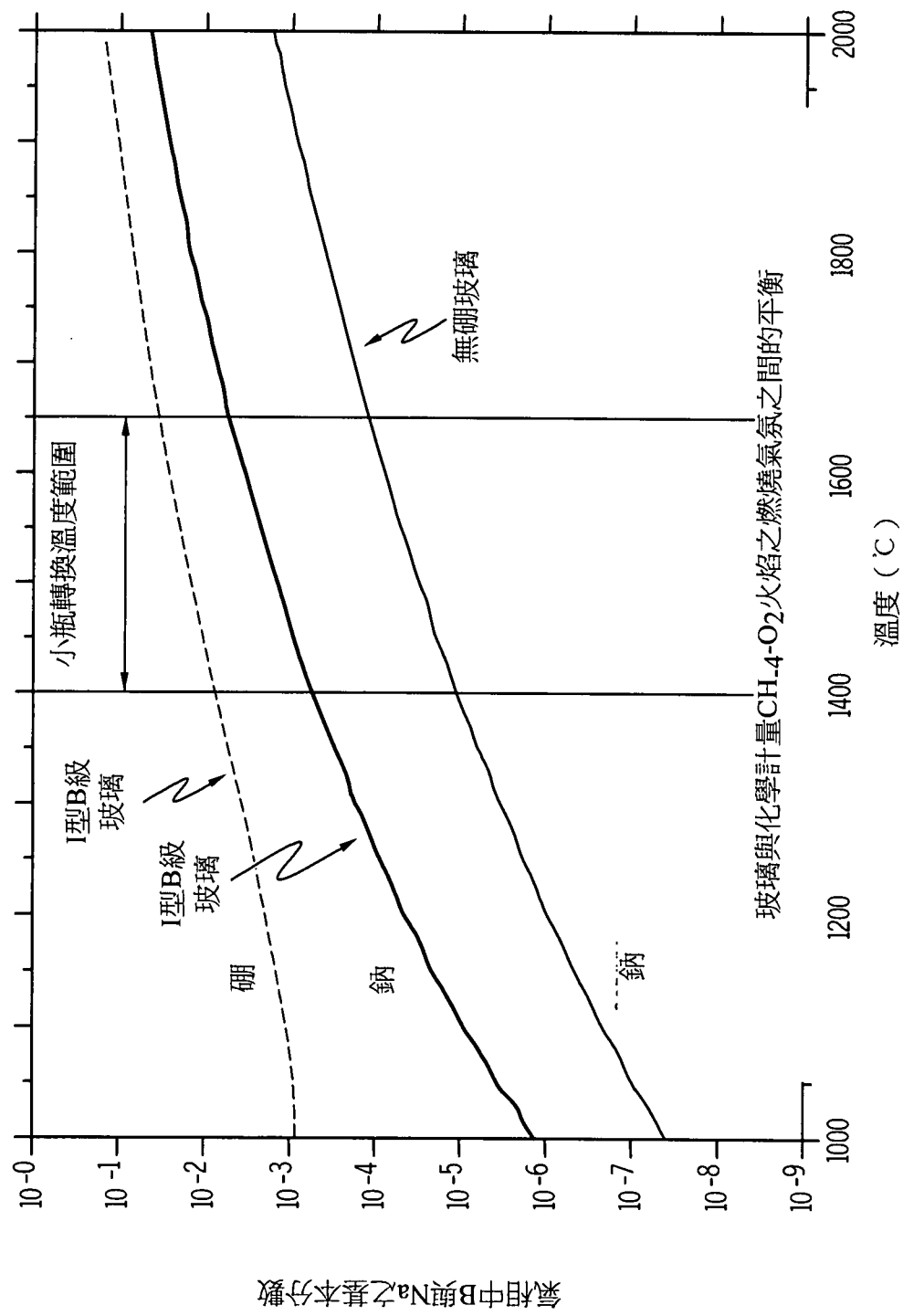
第12B圖



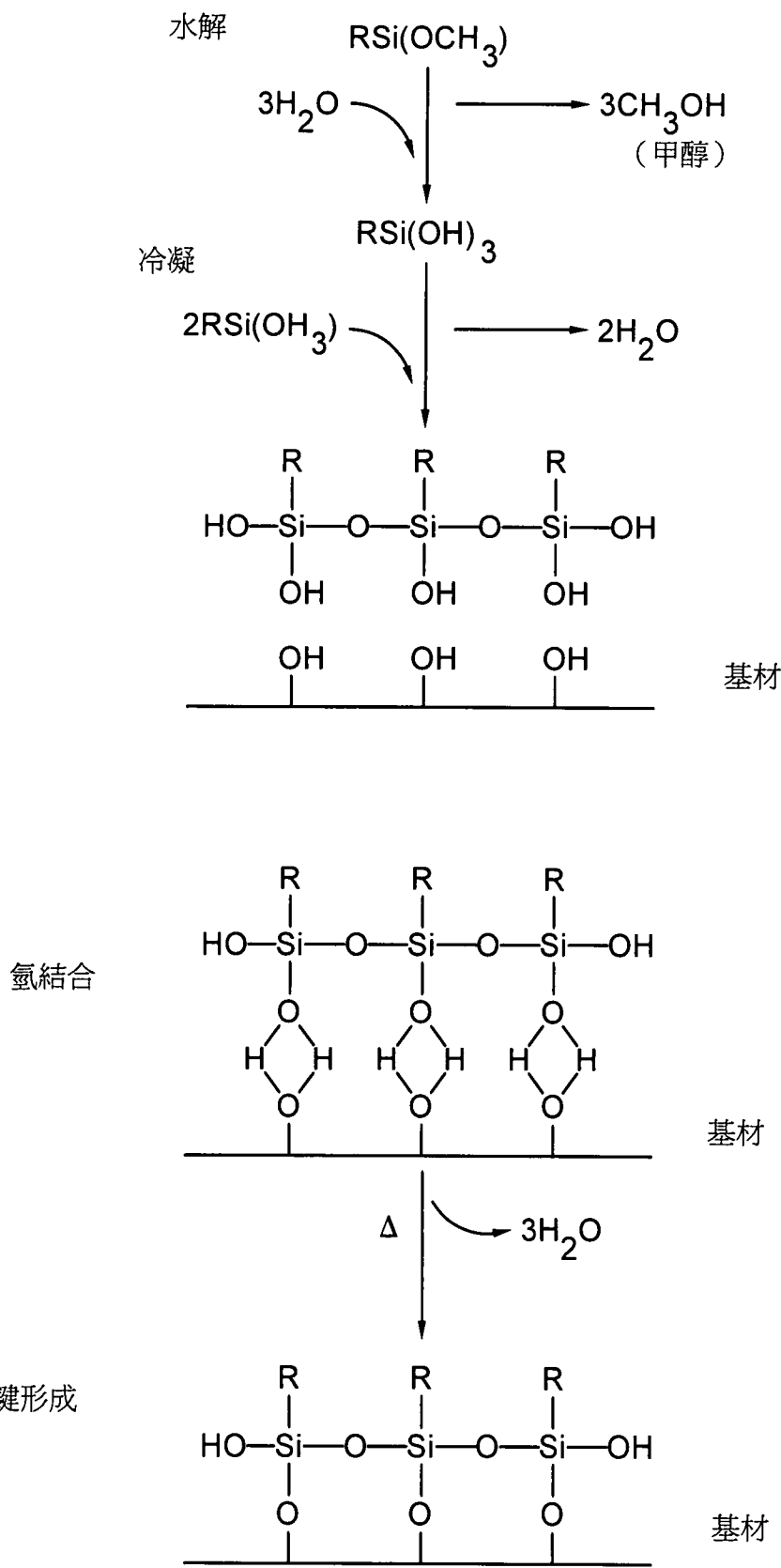
第13圖



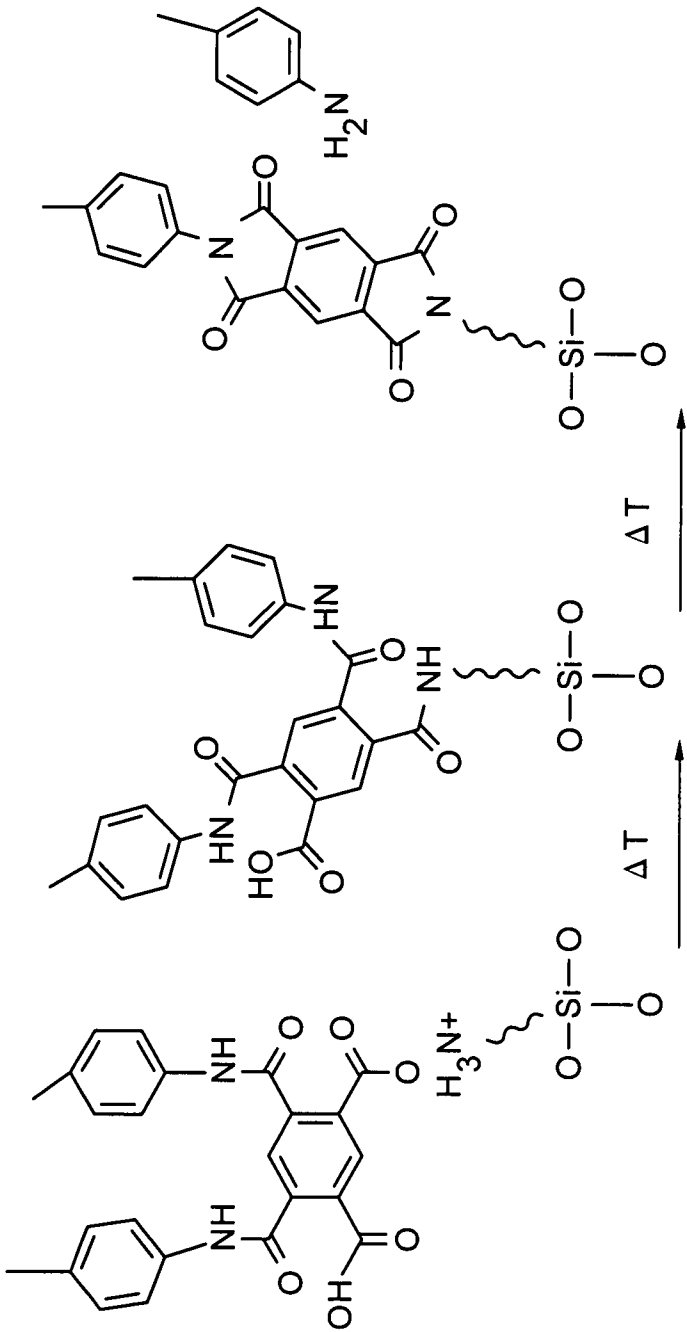
第14圖



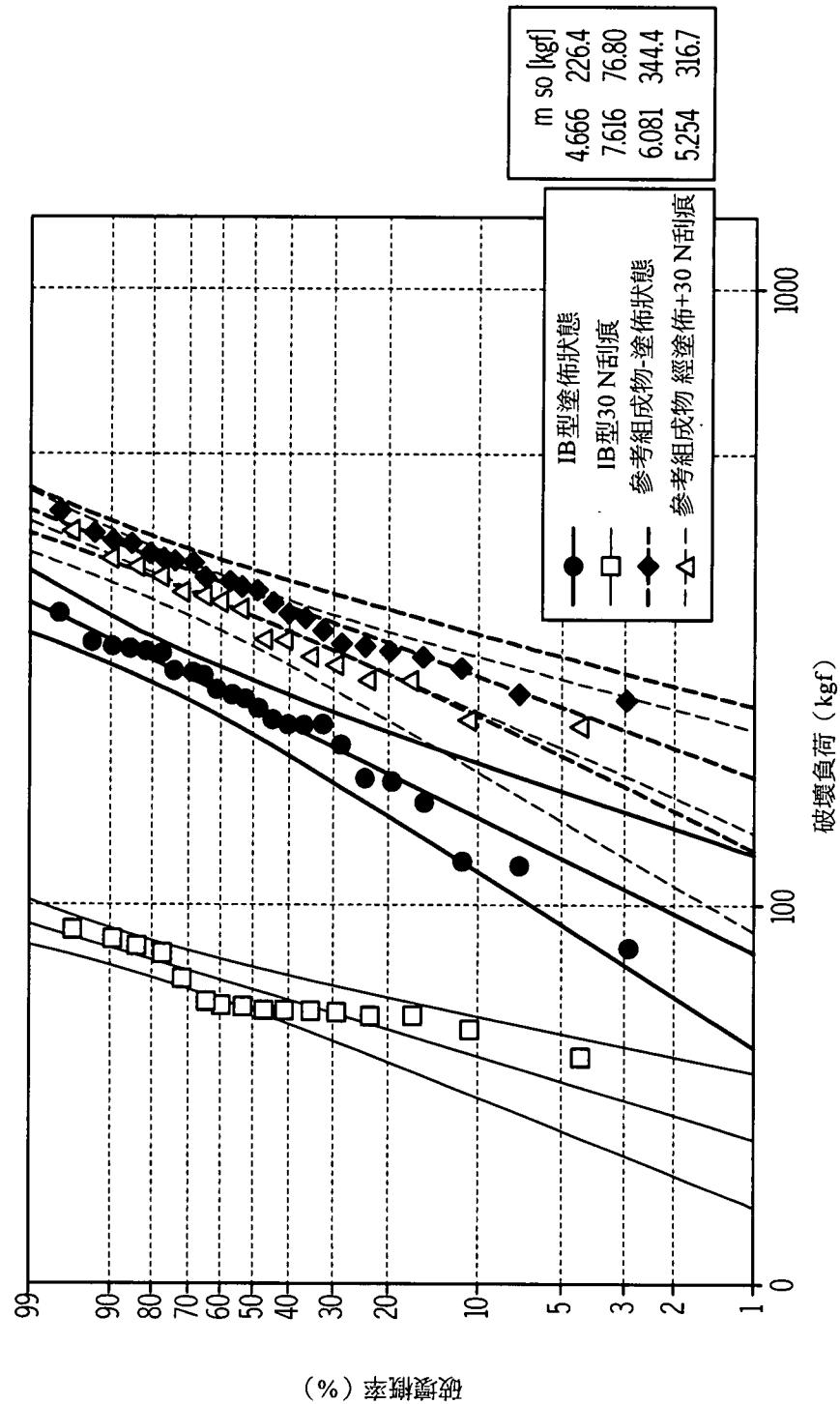
第16圖



第17圖



第18圖

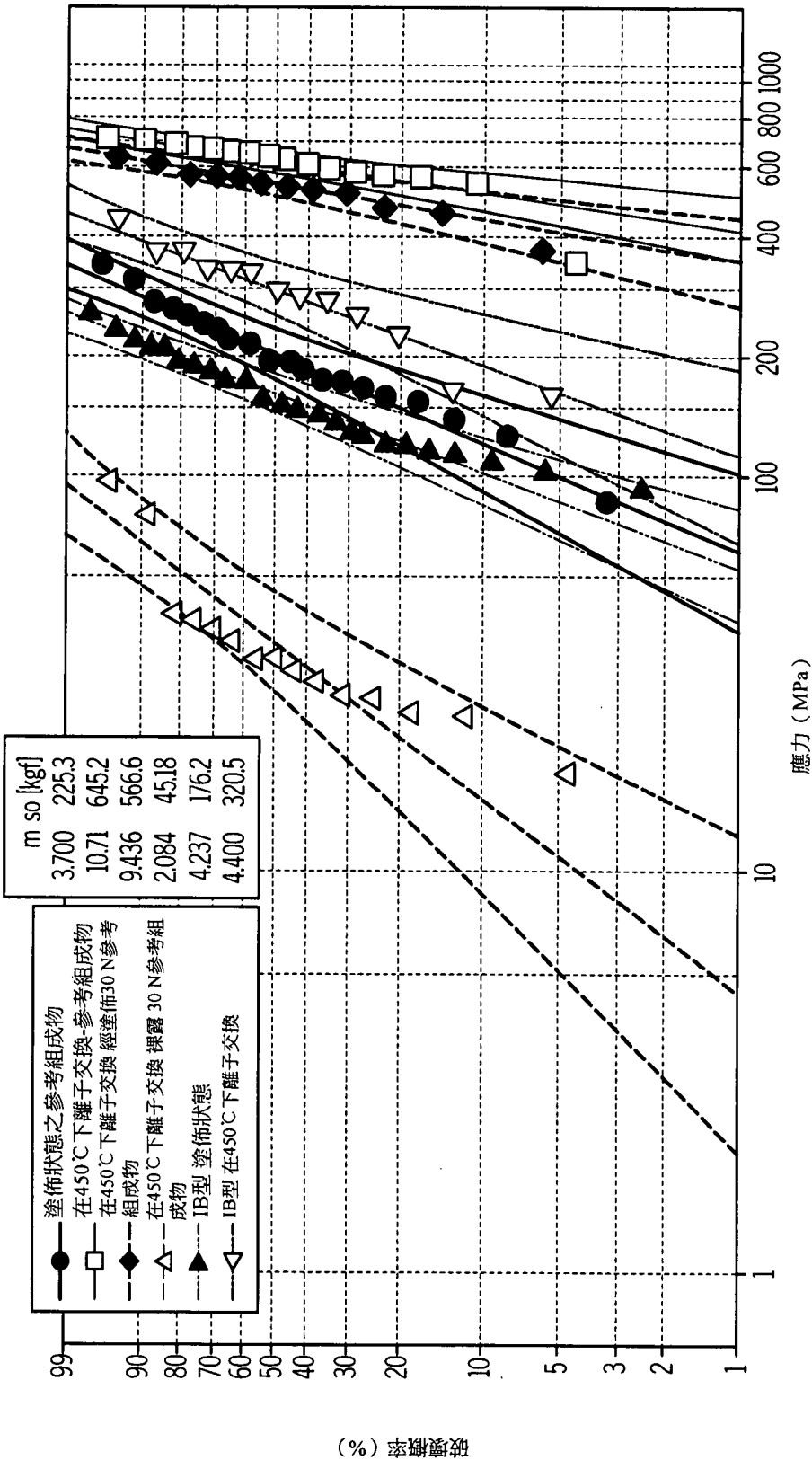


第19圖

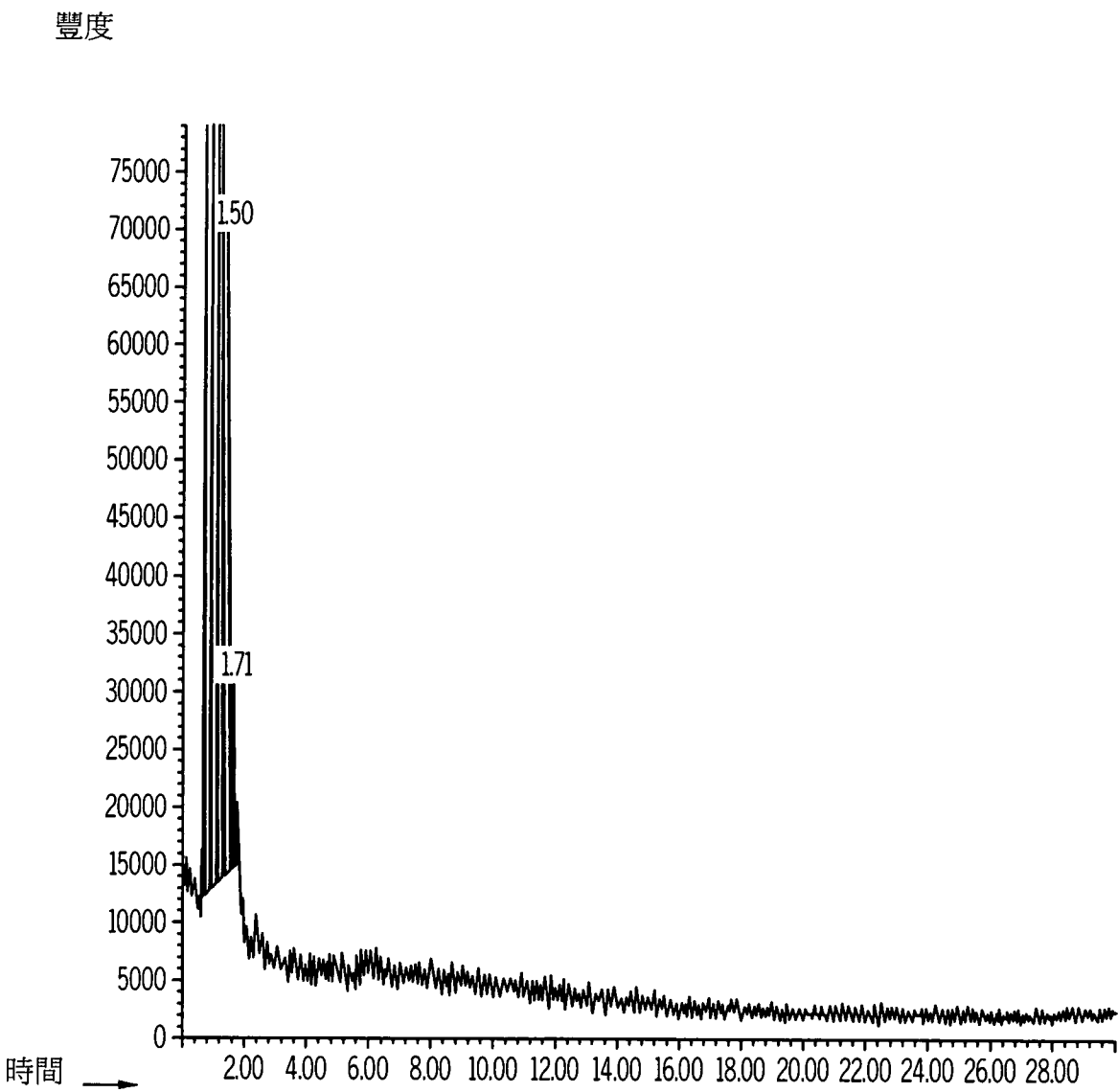
對兩個小瓶類型施加之30 N刮痕

樣本類型	小瓶#S	法線負荷 (N)			係數		
		平均	最小	最大	平均	標準偏差	最大
未經塗佈	1&2	31	28	34	0.42	0.18	0.66
	3&4	31	29	36	0.45	0.18	0.7
	5&6	30	28	34	0.45	0.11	0.64
	7&8	29	26	32	0.33	0.14	0.54
	9&10	30	28	33	0.16	0.15	0.59
	11&12	28	25	33	0.16	0.09	0.6
	12&14	30	29	33	0.22	0.16	0.61
	15&16	31	28	35	0.53	0.11	0.71
	平均	30	28	34	0.38	0.14	0.63
參考組成物 在 450 °C 下離子交換 塗佈有0.1/0.1 APS/NOV.800	1&2	30	28	31	0.12	0.04	0.34
	3&4	28	24	31	0.16	0.08	0.34
	5&6	40	30	44	0.08	0.02	0.19
	7&8	30	27	31	0.08	0.05	0.38
	9&10	30	28	30	0.08	0.03	0.22
	11&12	31	30	33	0.12	0.04	0.23
	12&14	30	29	32	0.15	0.07	0.41
	15&16	30	28	32	0.09	0.02	0.19
	平均	31	28	33	0.11	0.04	0.29

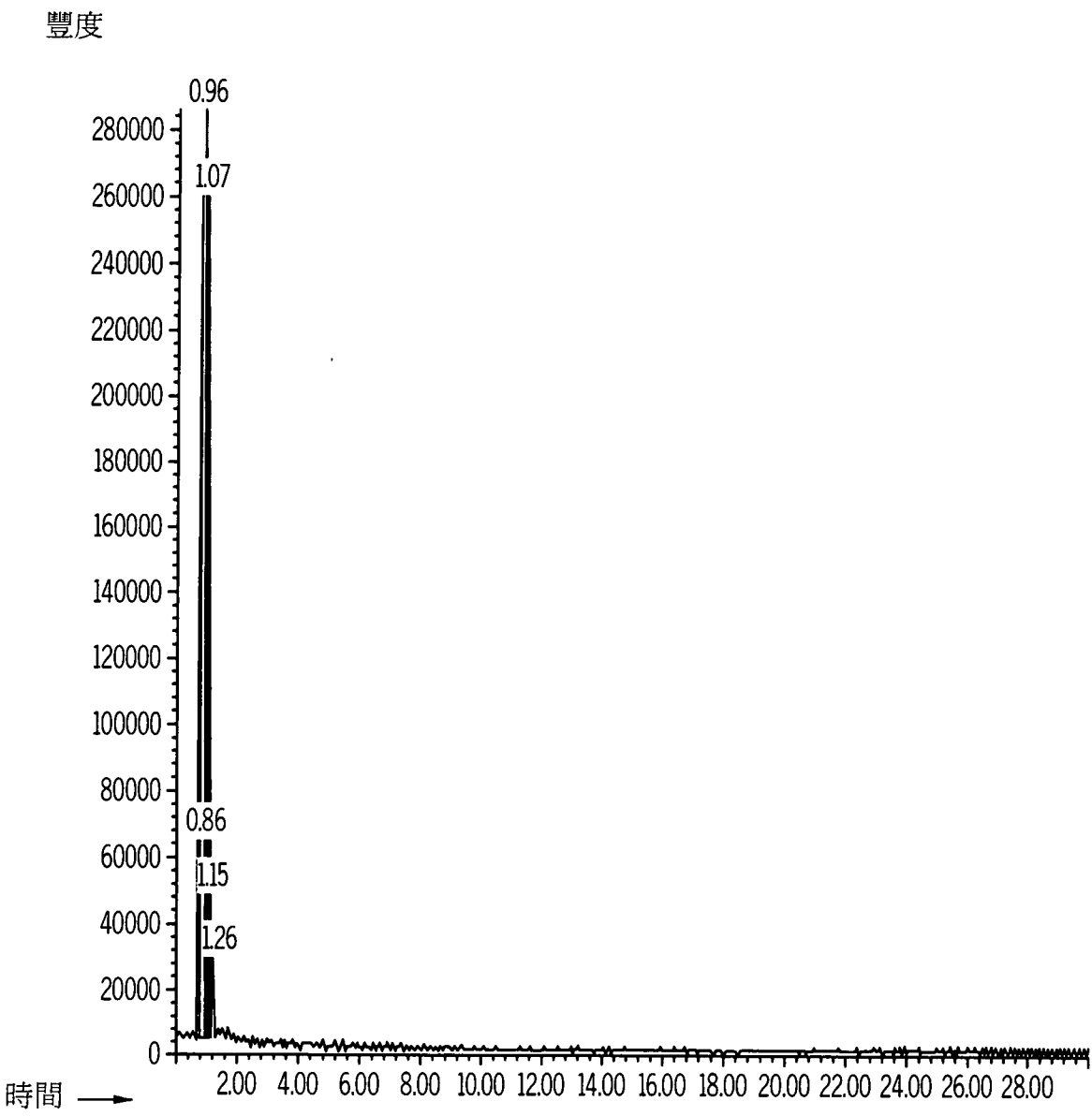
第20圖



第21圖



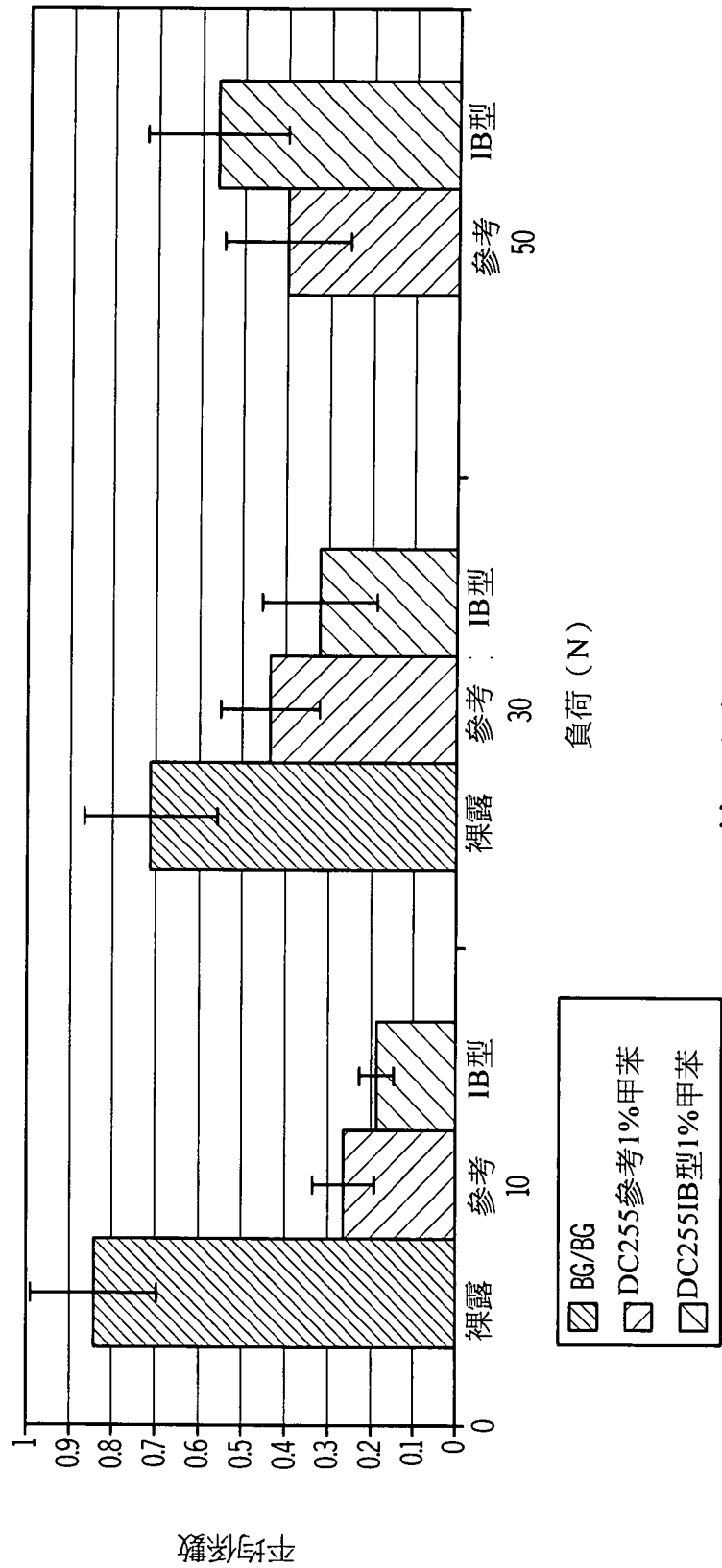
第22圖



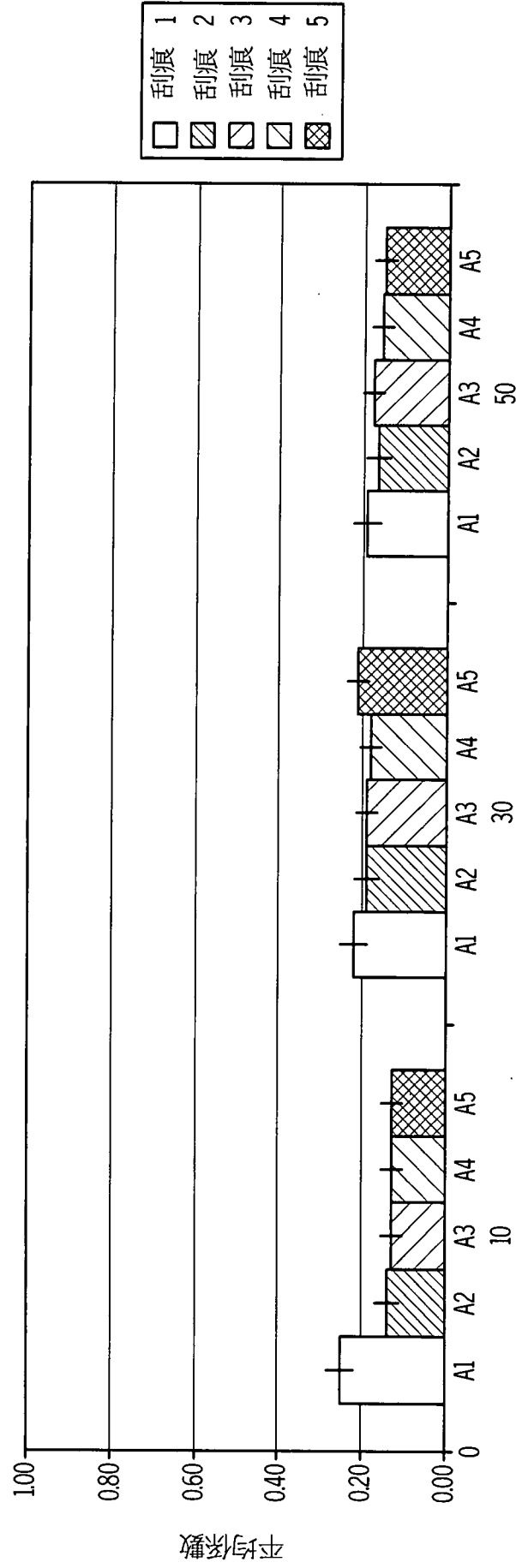
第23圖

配方	相對厚度	條件
0.1% APS/1.0% PMDA-ODA	10	保持原樣
0.1% APS/0.1% PMDA-ODA	1	保持原樣
0.1 APS 0.5 DC806A	5	1小時翻轉
0.1 APS 0.1 DC806A	1	1小時翻轉
0.1 APS 0.1 PMDA-ODA	1	1小時翻轉
0.1 APS 0.5 PMDA-ODA	5	1小時翻轉
1.0% DC255	10	0.5小時翻轉
1.0% DC255	10	1小時翻轉
1.0% DC255	10	2小時翻轉
1.0% DC255	10	保持原樣
1.0% PMDA-ODA	10	Durham歸檔線
0.1 APS 0.1 NOVA800	1	6分鐘翻轉
0.1 APS 0.1 NOVA800	1	15分鐘翻轉
1.0 GAPS/1.0 DC806A	10	6分鐘翻轉
1.0 GAPS/1.0 DC806A	10	15分鐘翻轉
1.0 GAPS/1.0 DC806A	10	保持原樣
0.1 APS 0.1 NOVA800	1	保持原樣
IB型 裸露	0	30N (3), 50N (1)
1.0 GAPS/1.0 DC806A	10	30N 刮痕 3
1.0 GAPS/1.0 DC806A	10	50N_ 刮痕 1
0.1 APS 0.1 NOVA800	1	30N 刮痕 3
0.1 APS 0.1 NOVA800	1	50N_ 刮痕 1

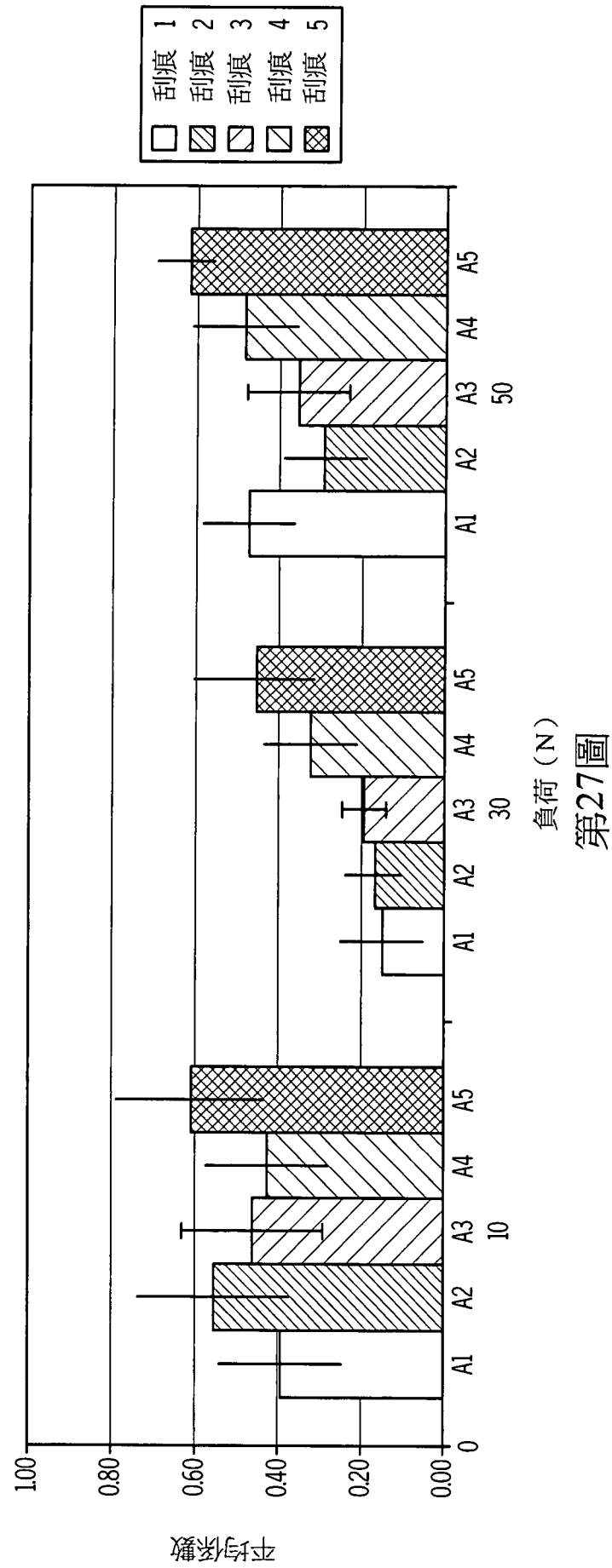
第24圖

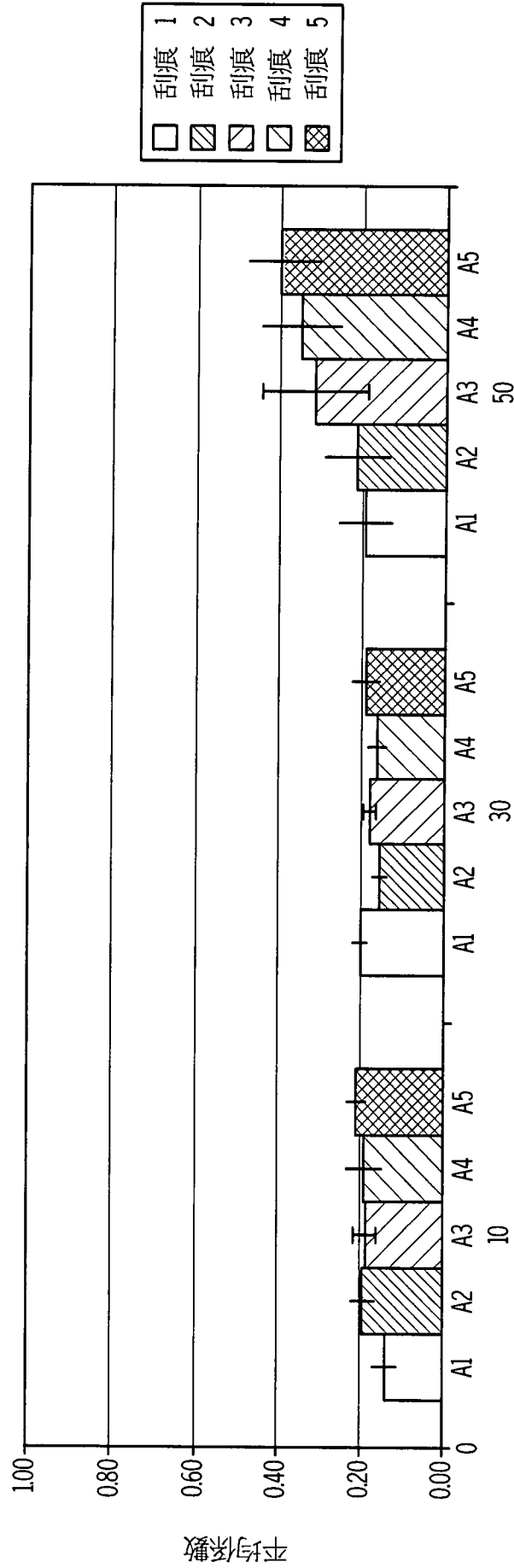


第25圖



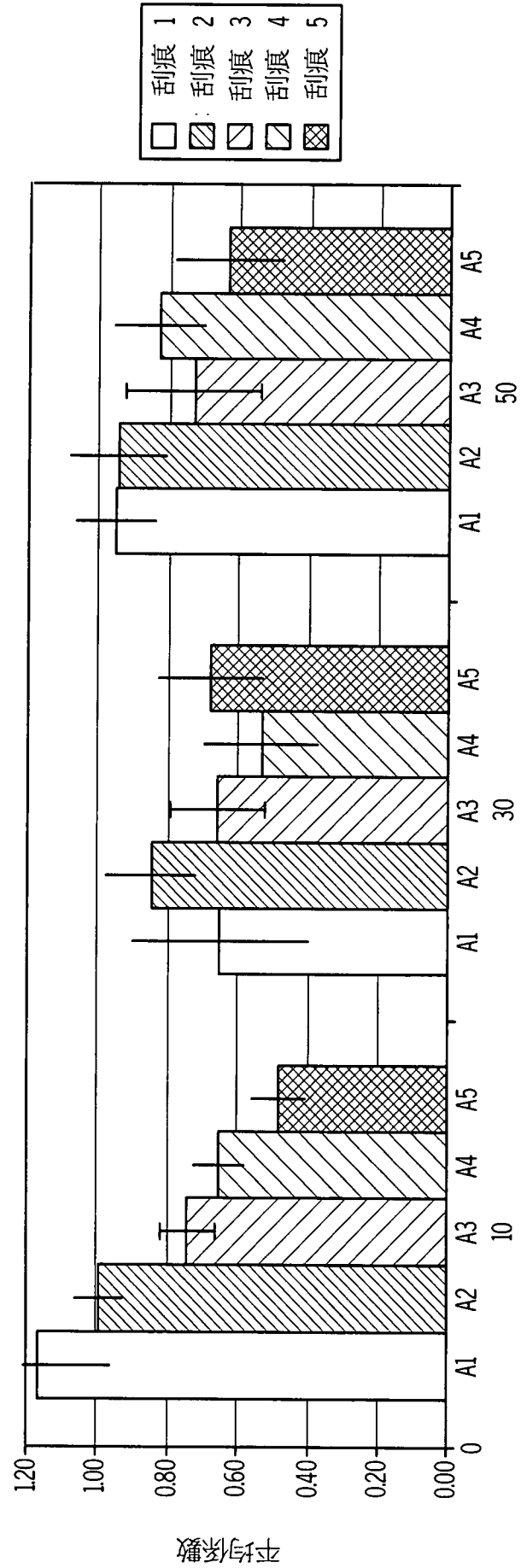
負荷 (N)
第26圖



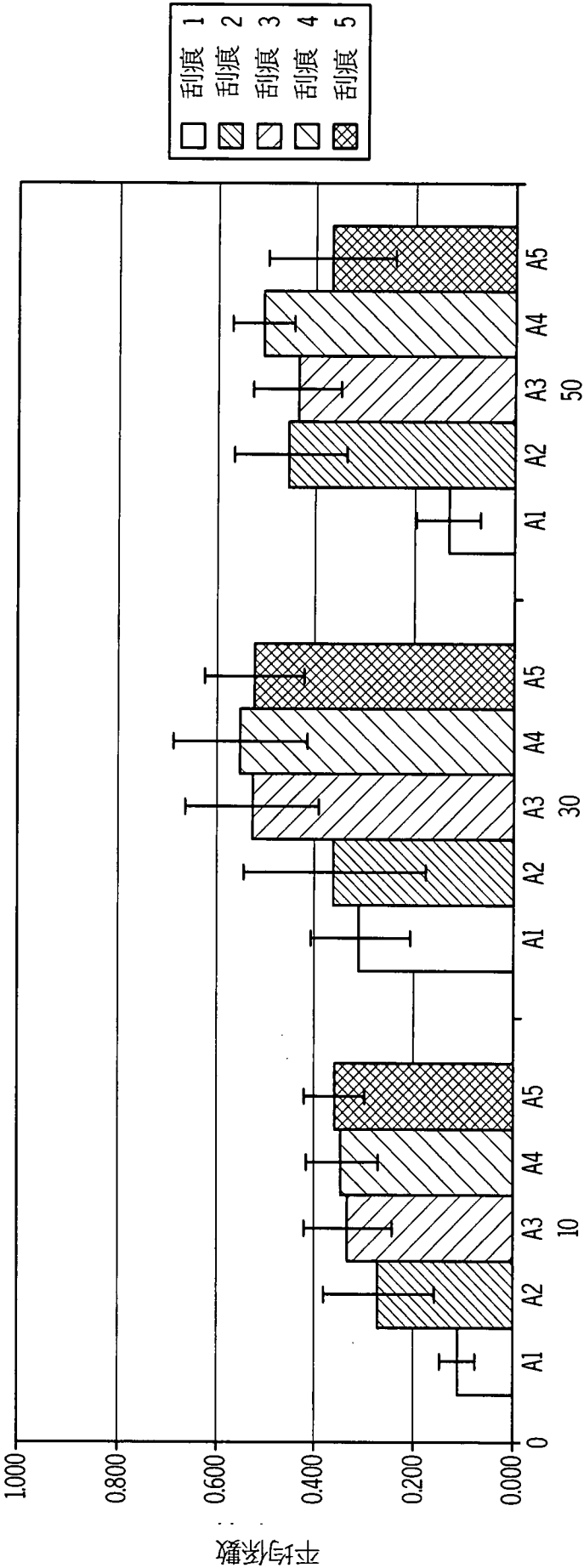


負荷 (N)

第28圖



第29圖



負荷 (N)

第30圖

前

小瓶	Z負荷		係數		最大X 軸摩擦
	平均	最大	平均	標準偏差	
1&2	34	36	0.11	0.03	0.23
3&4	30	32	0.14	0.02	0.18
5&6	34	36	0.09	0.02	0.19
7&8	31	33	0.07	0.01	0.02
9&10	31	33	0.08	0.01	0.14

後

3) APS/NOVA經凍幹乾燥

小瓶	Z負荷		係數		最大X 軸摩擦
	平均	最大	平均	標準偏差	
1&2	37	39	0.06	0.01	0.09
3&4	40	43	0.06	0.01	0.14
5&6	30	31	0.05	0.01	0.09
7&8	30	31	0.05	0.01	0.07
9&10	30	32	0.05	0.01	0.16

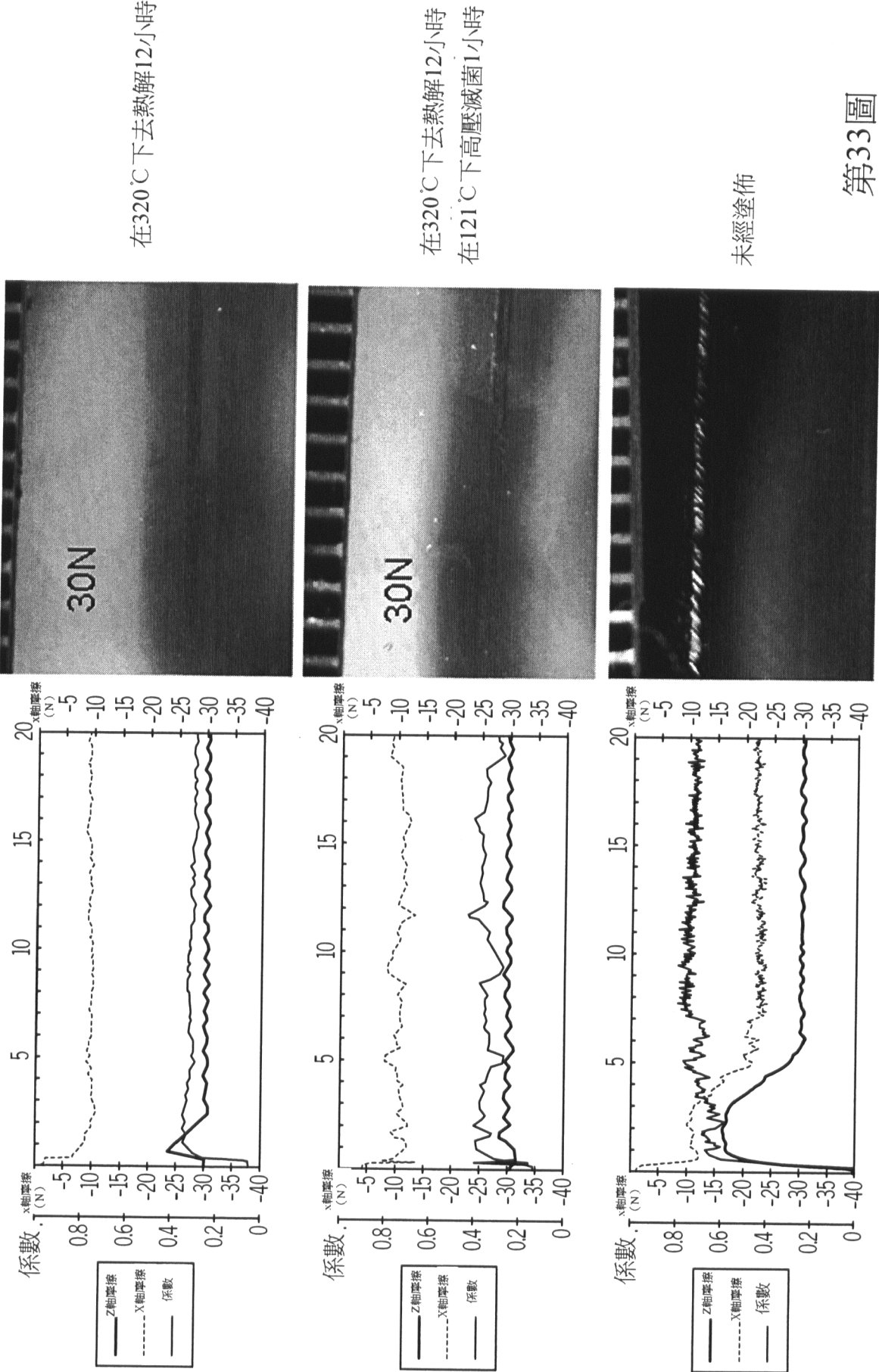
第31圖

小瓶	Z負荷		係數		最大x軸 摩擦
	平均	最大	平均	標準偏差	最大
1&2	34	36	0.11	0.03	0.23
3&4	30	32	0.14	0.02	0.18
5&6	34	36	0.09	0.02	0.19
7&8	31	33	0.07	0.01	0.02
9&10	31	33	0.08	0.01	0.14
					8
					5
					6
					4
					4

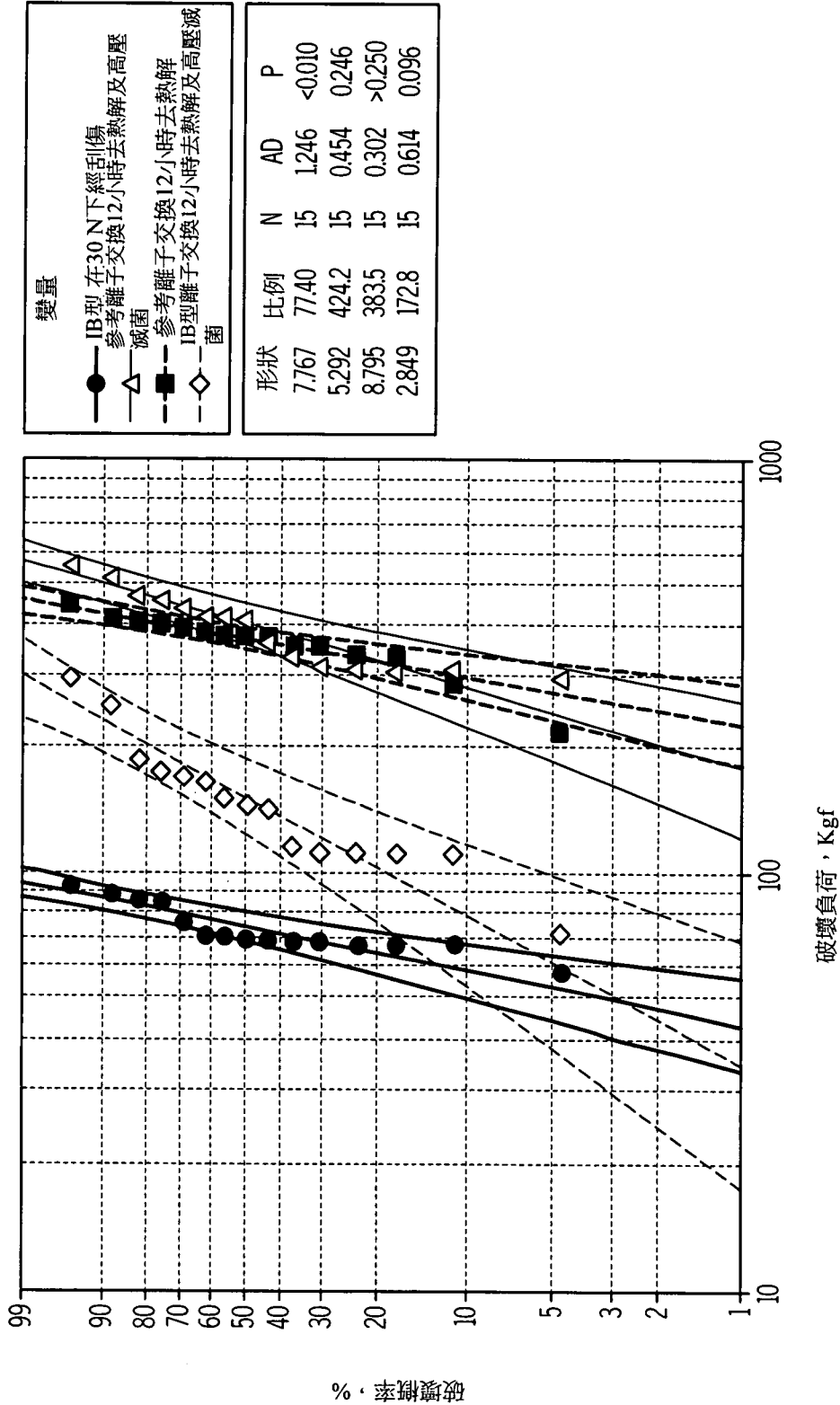
2) APS/NOVA經高壓滅菌

小瓶	Z負荷		係數		最大x軸 摩擦
	平均	最大	平均	標準偏差	最大
1&2	36	39	0.08	0.02	0.18
3&4	37	40	0.09	0.01	0.16
5&6	30	31	0.06	0.01	0.1
7&8	30	31	0.07	0.01	0.1
9&10	30	31	0.07	0.01	0.14
					6
					5
					3
					3
					4

第32圖



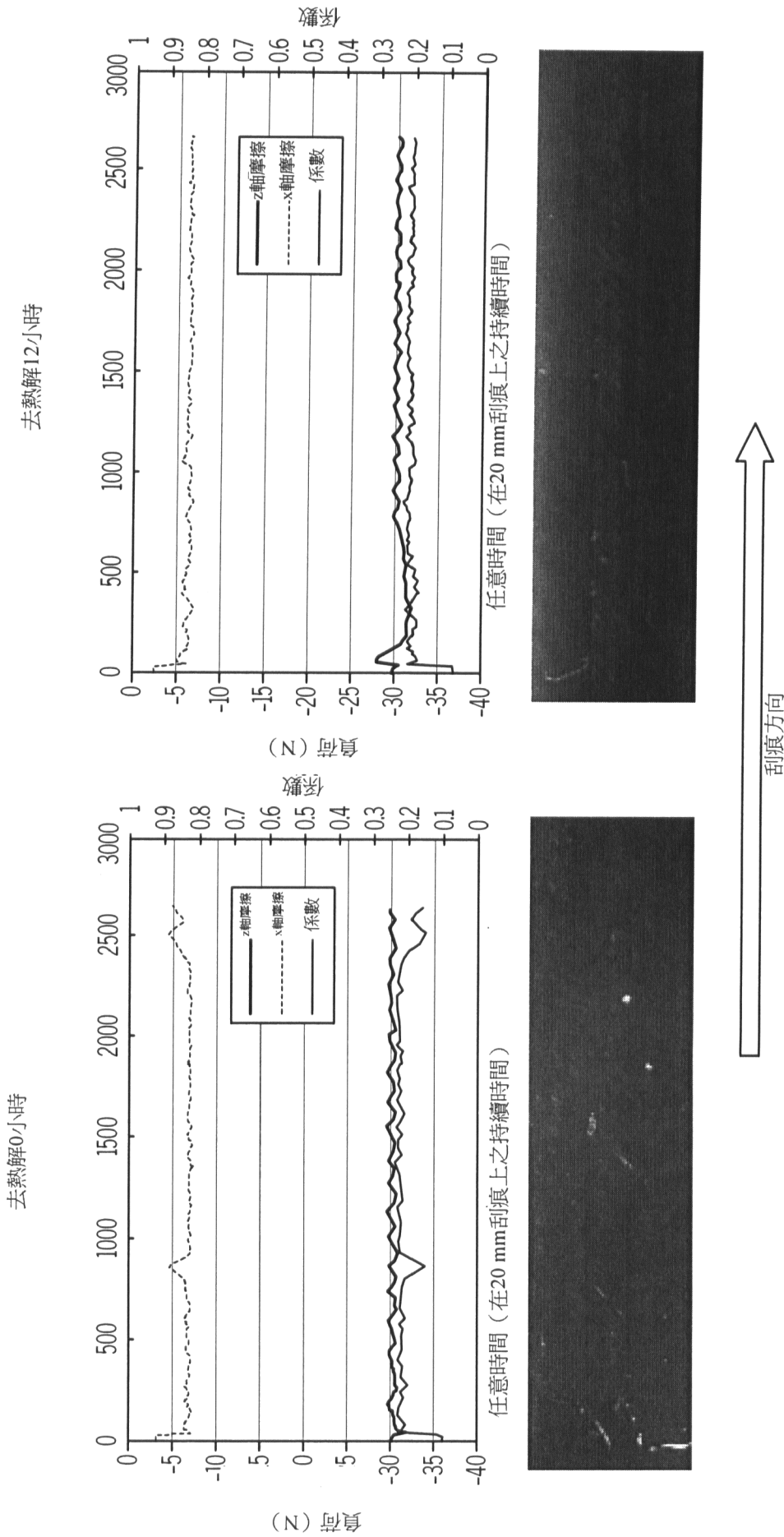
第33圖



第34圖

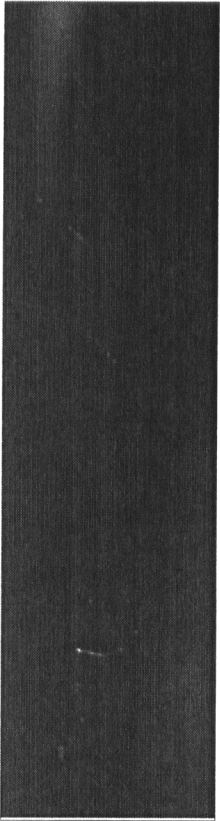
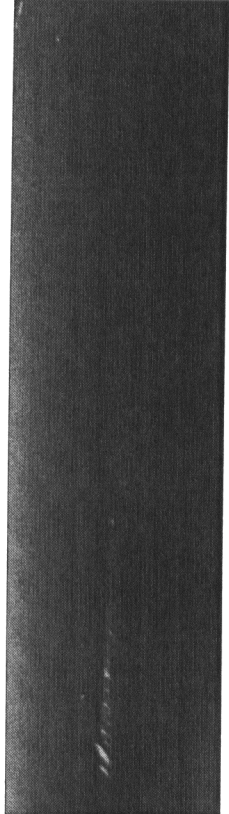
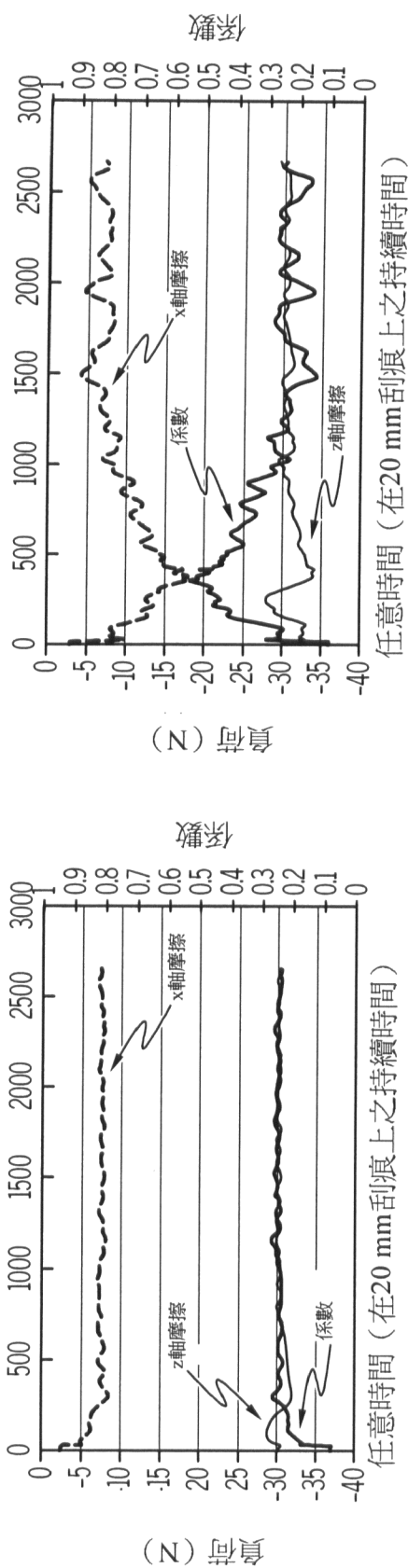
12小時去熱解樣本			矽烷比		塗層組成物	
			1:1	1:0.5	1:0.2	
			540 #1	540 #2	540 #3	
540 目標負荷	小瓶組	x軸摩擦 (N)		平均		最大x軸 摩擦 (N)
		平均	最大	平均	最大	
30	1	30	32	0.21	0.26	8
	2	30	32	0.21	0.41	13
	3	30	33	0.32	0.68	19
20	1	20	22	0.21	0.24	5
	2	20	21	0.22	0.31	6
	3	21	23	0.29	0.61	13
		係數		標準偏差		

第35圖



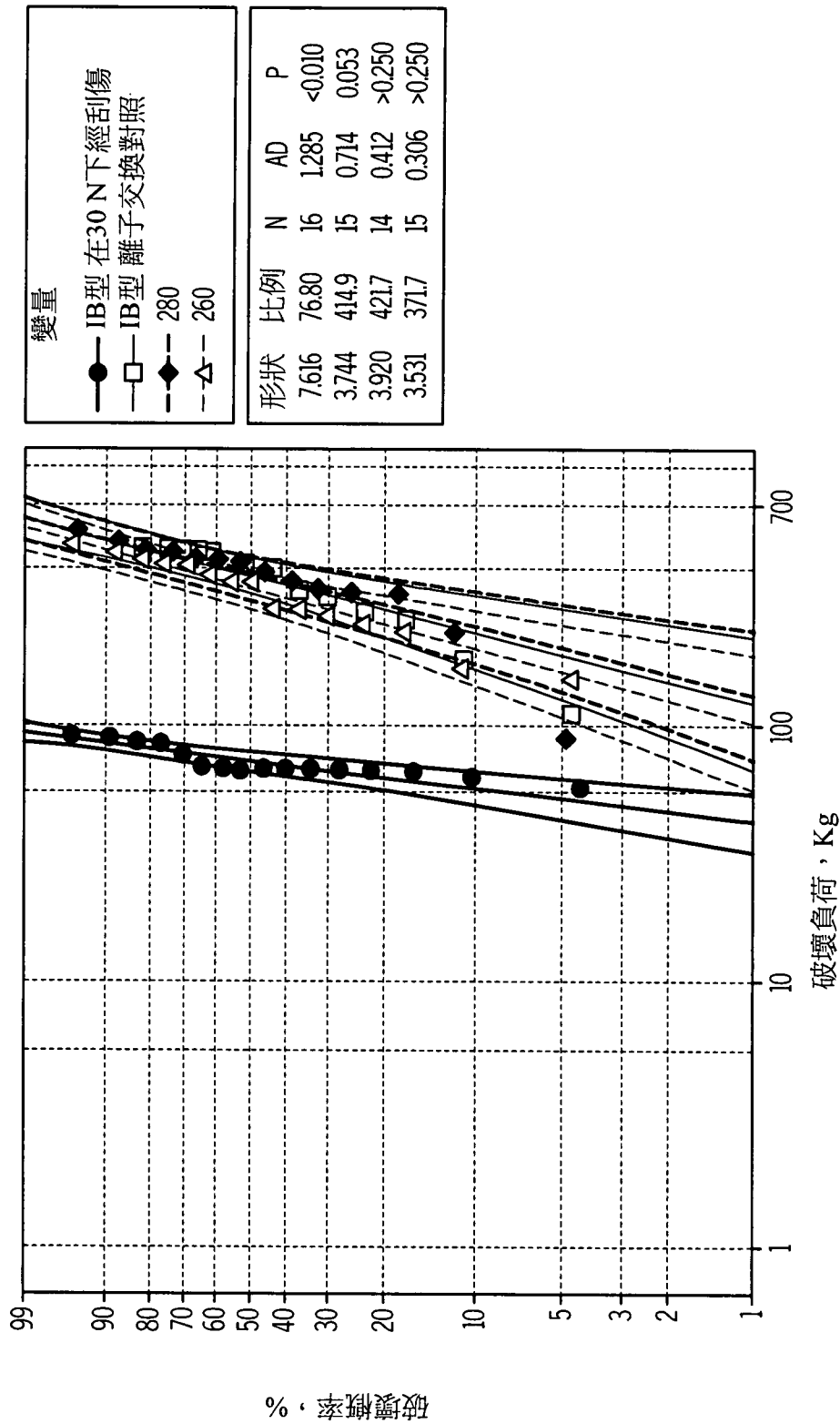
在320℃下去熱解12小時

保持原樣



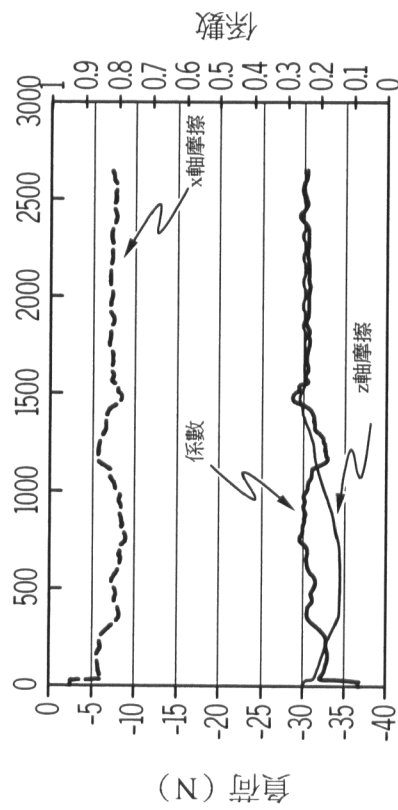
刮痕方向

第37圖



第38圖

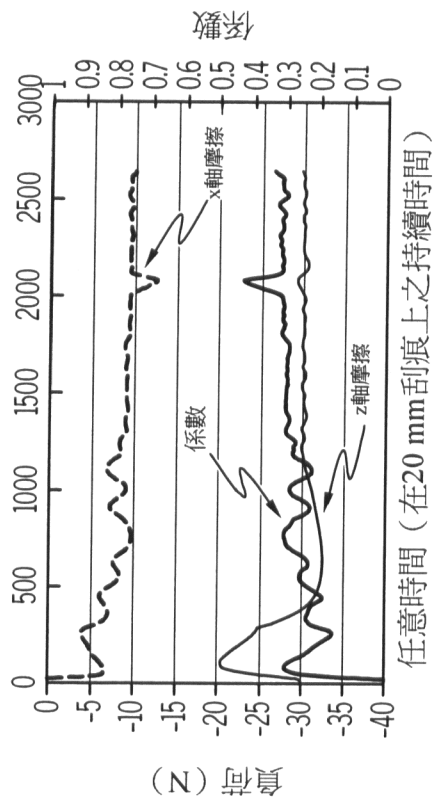
保持原樣



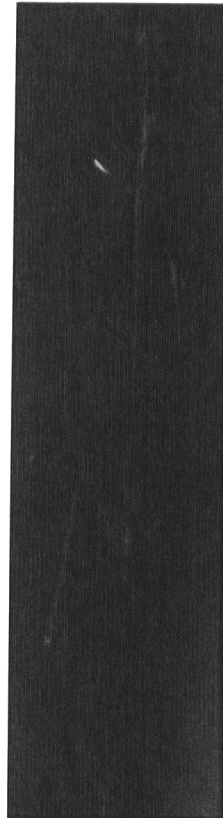
任意時間（在20 mm刮痕上之持續時間）



在320°C下去熱解12小時

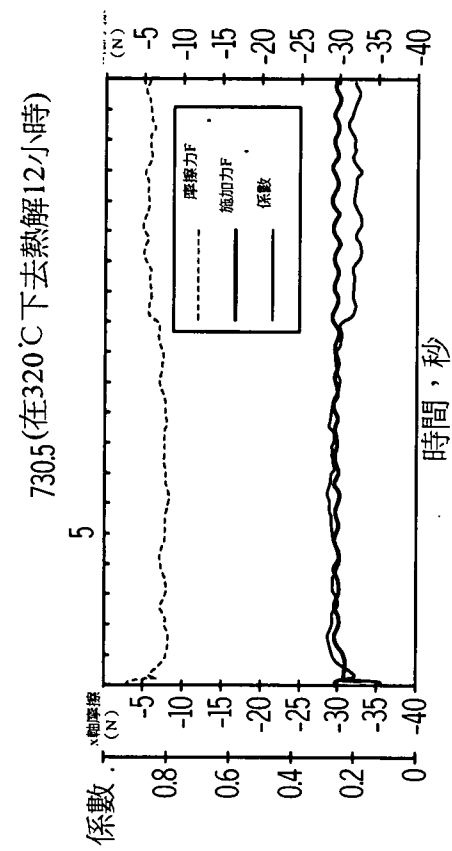
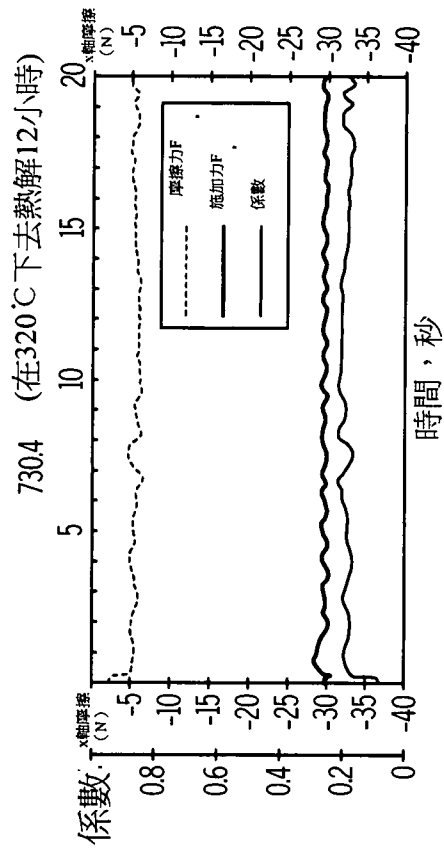
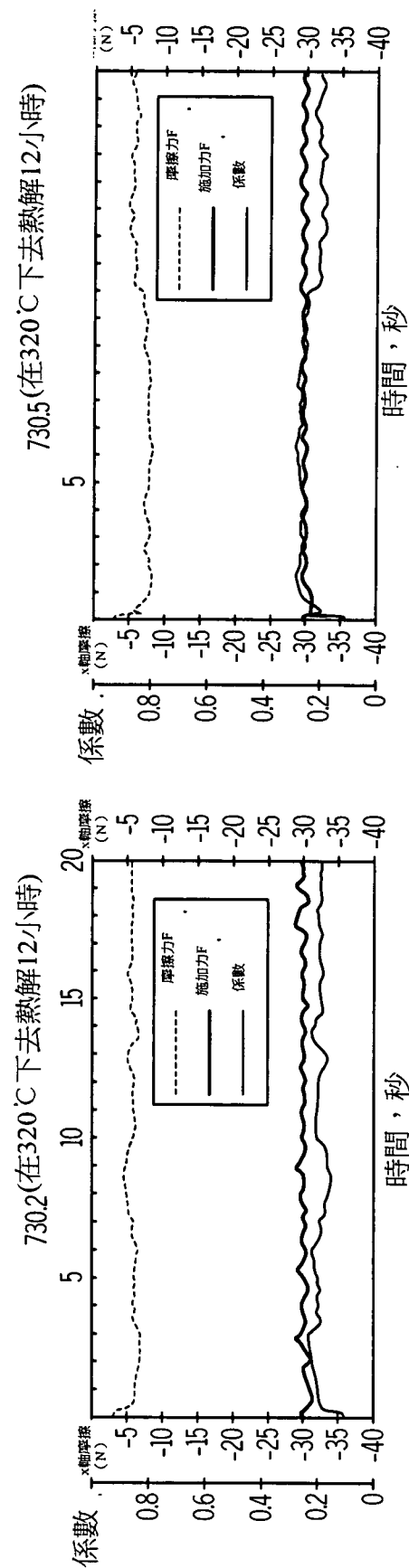
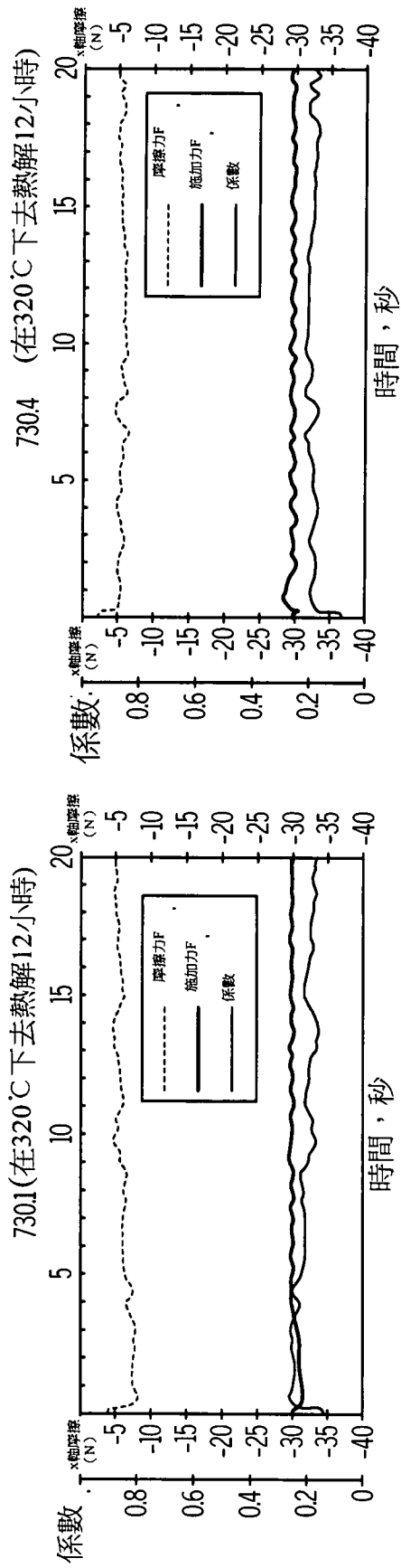


任意時間（在20 mm刮痕上之持續時間）

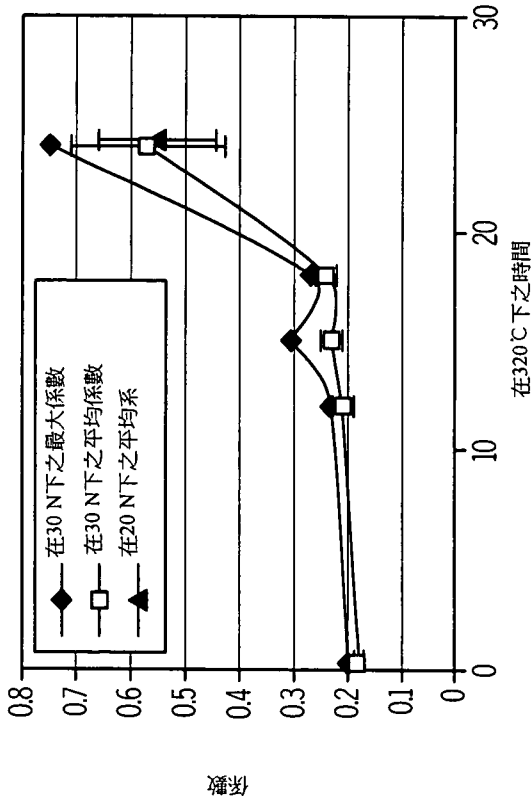
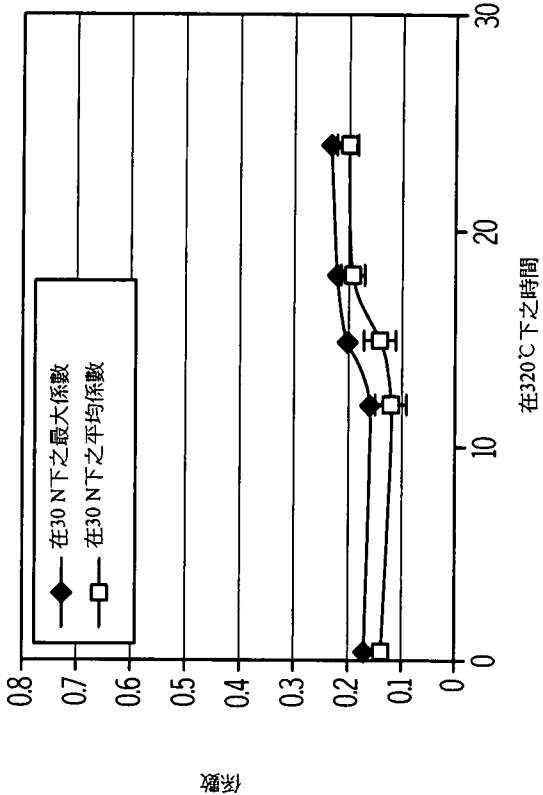


刮痕方向

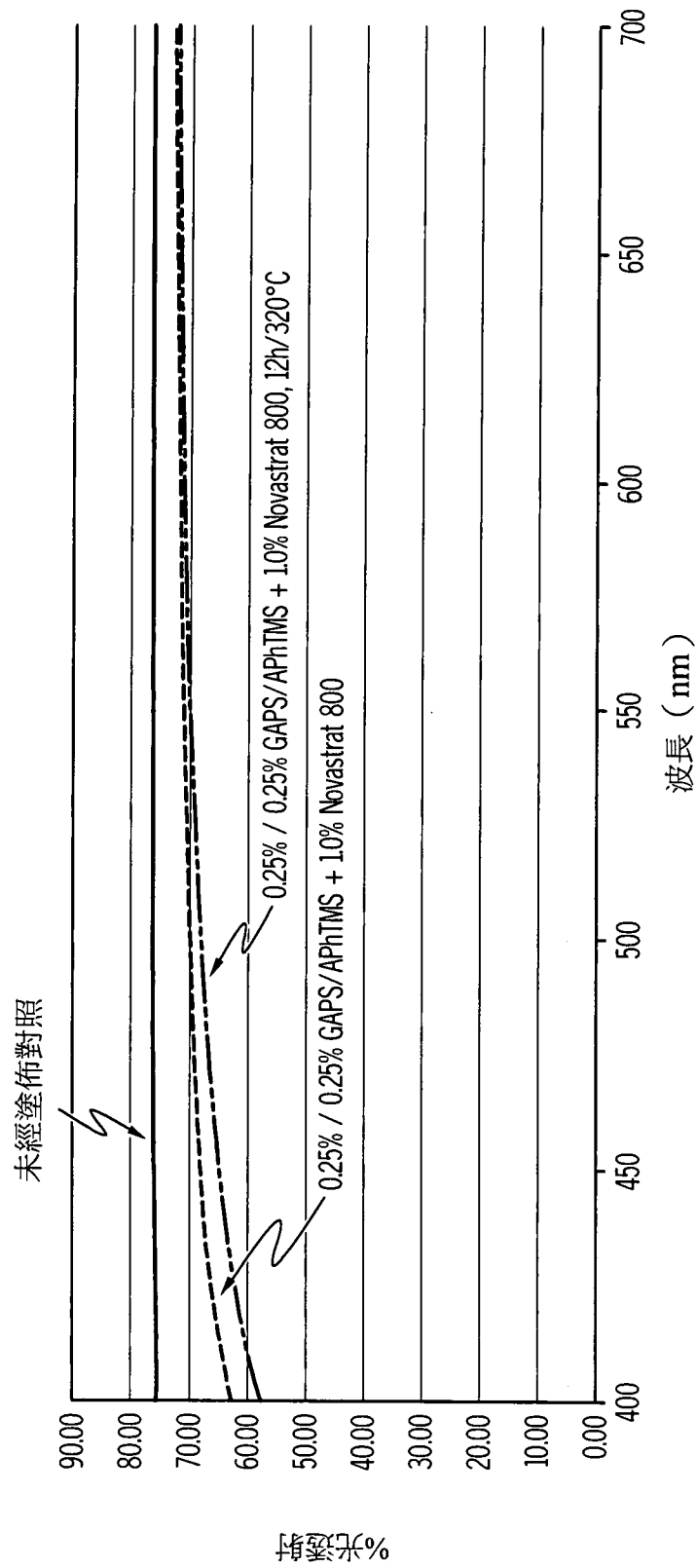
第39圖



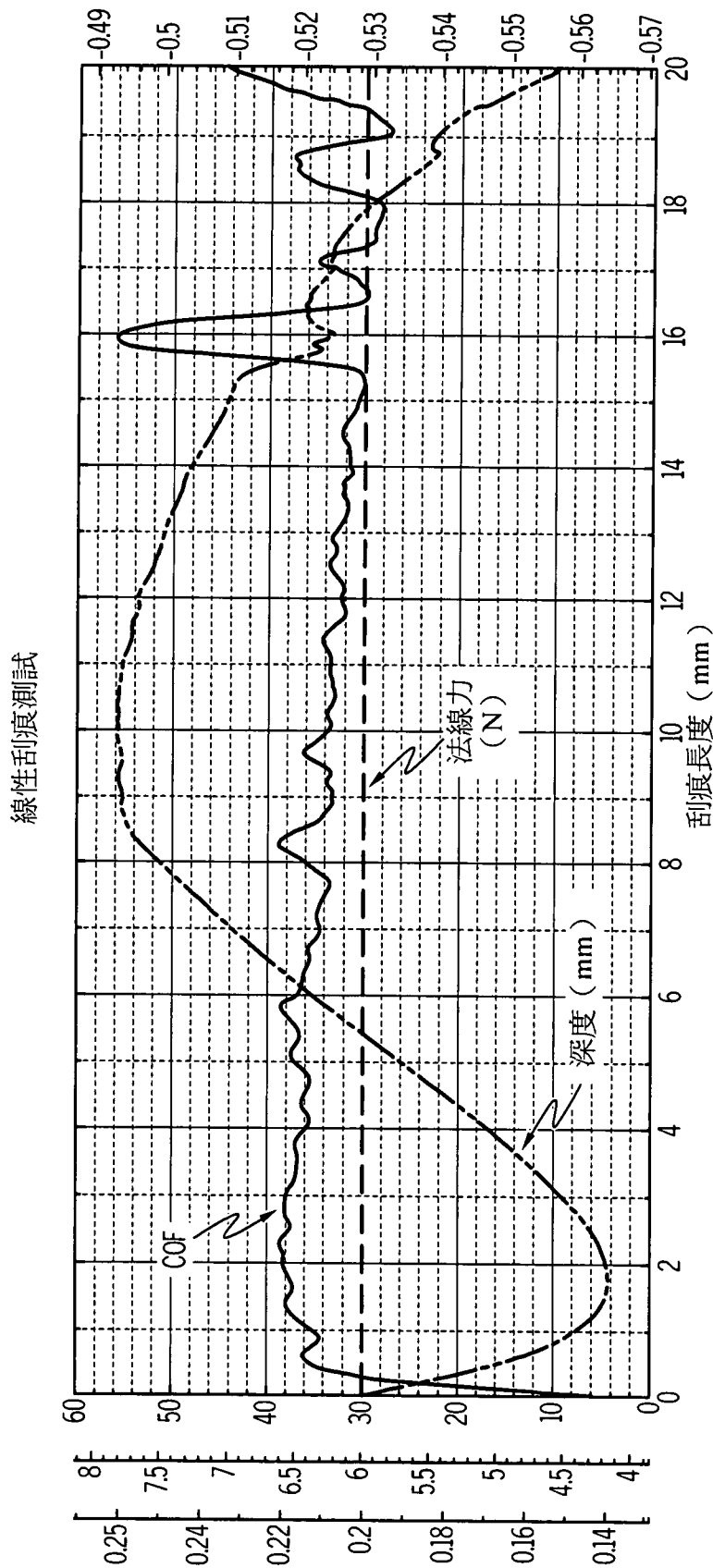
第40圖



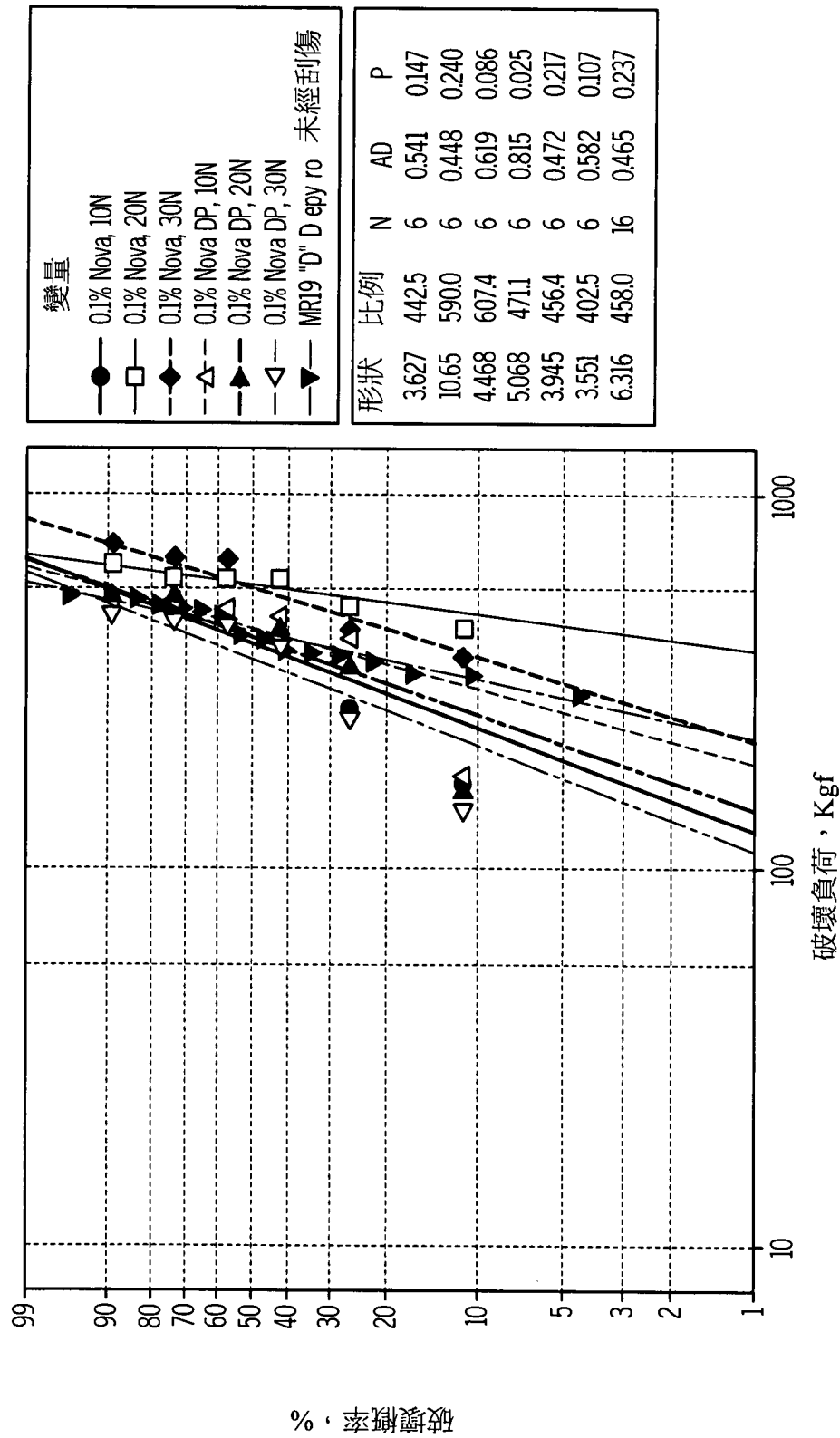
第41圖



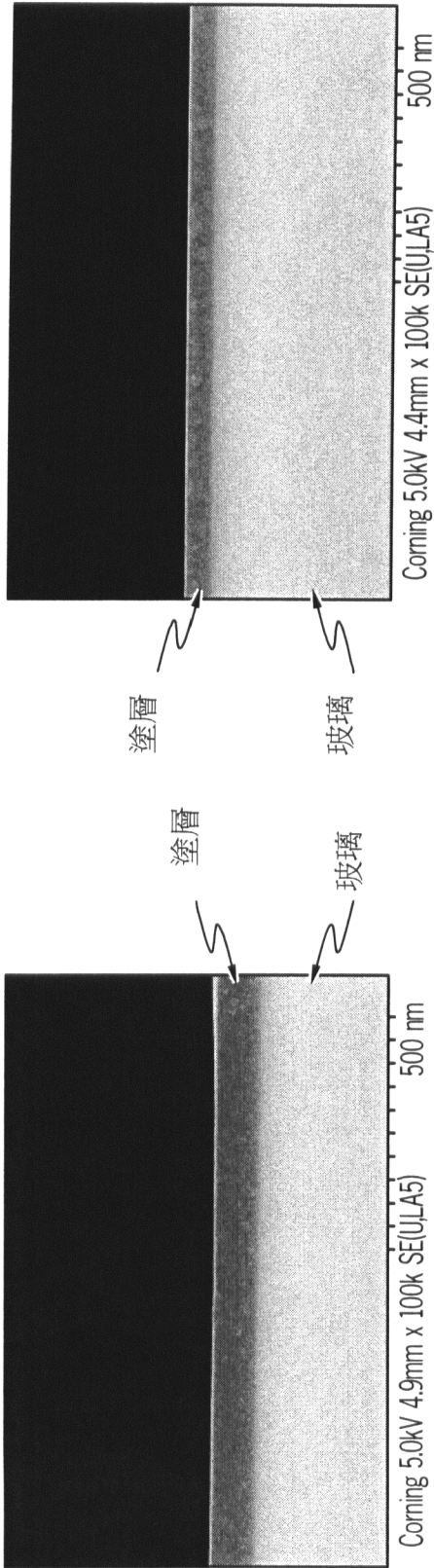
第42圖



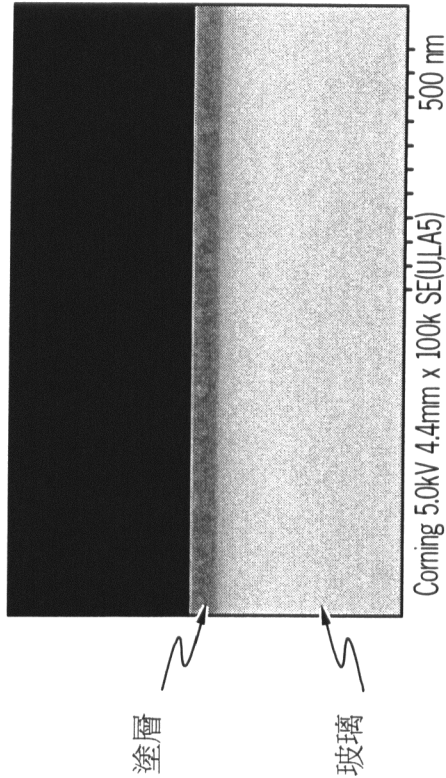
第43圖



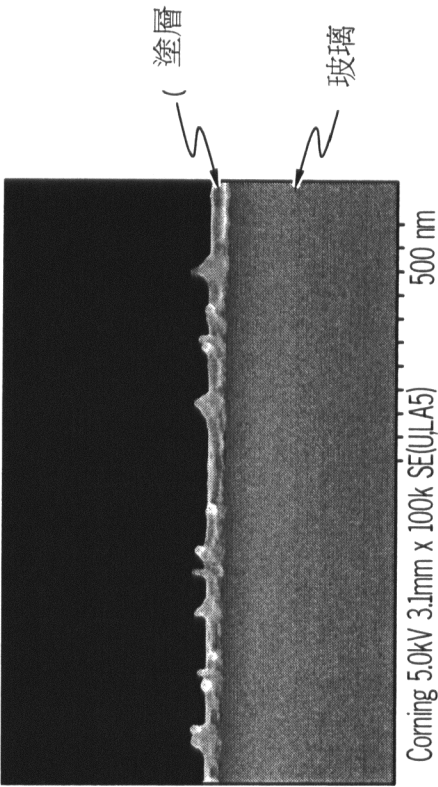
第44圖



第45圖

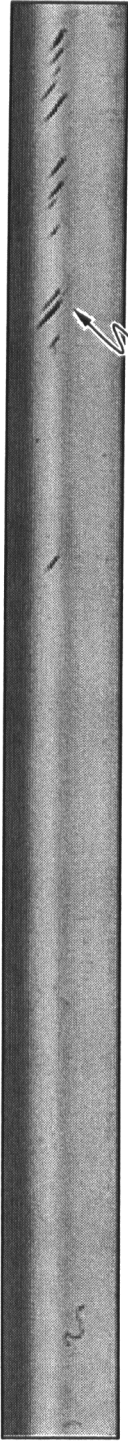
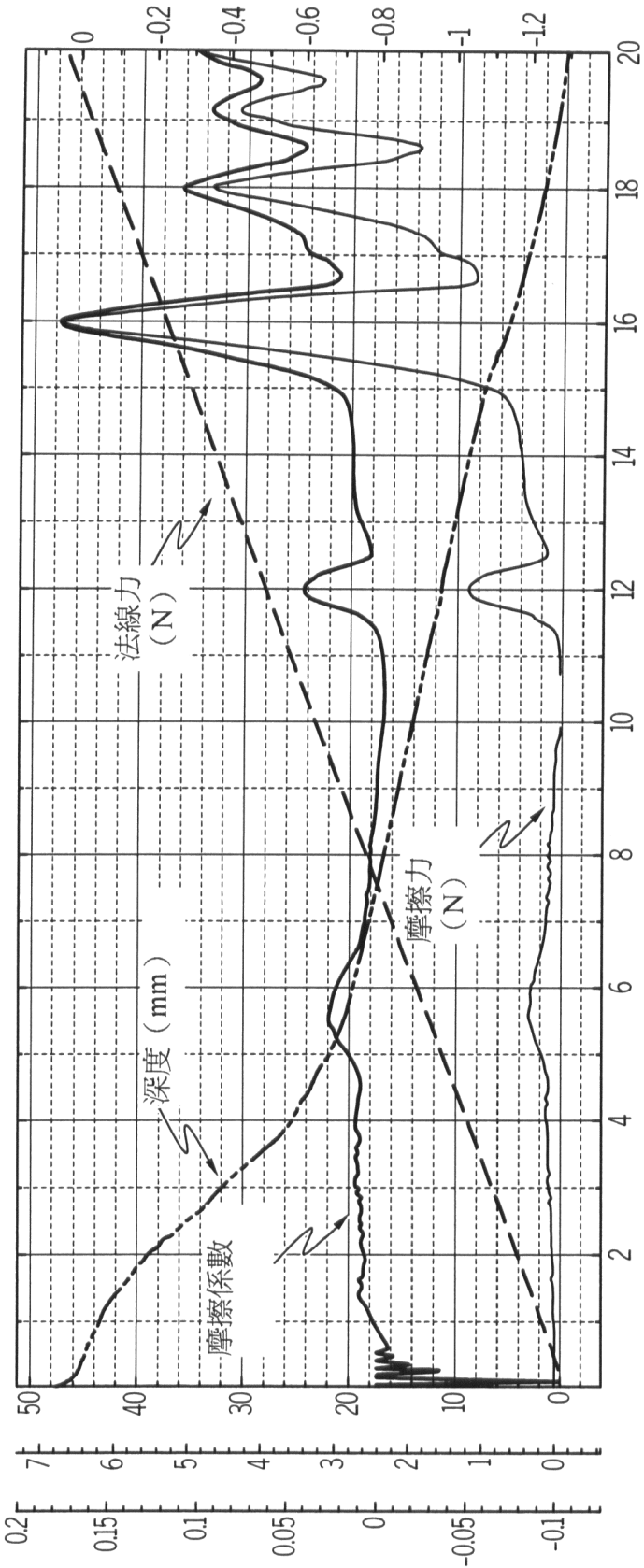


第46圖



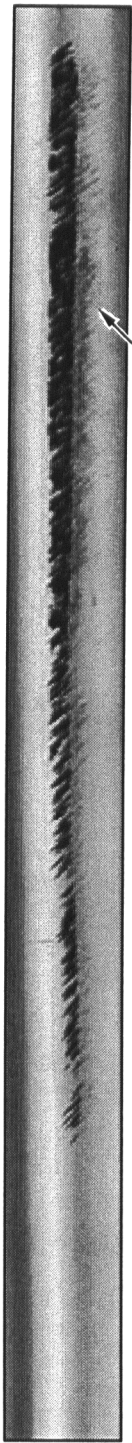
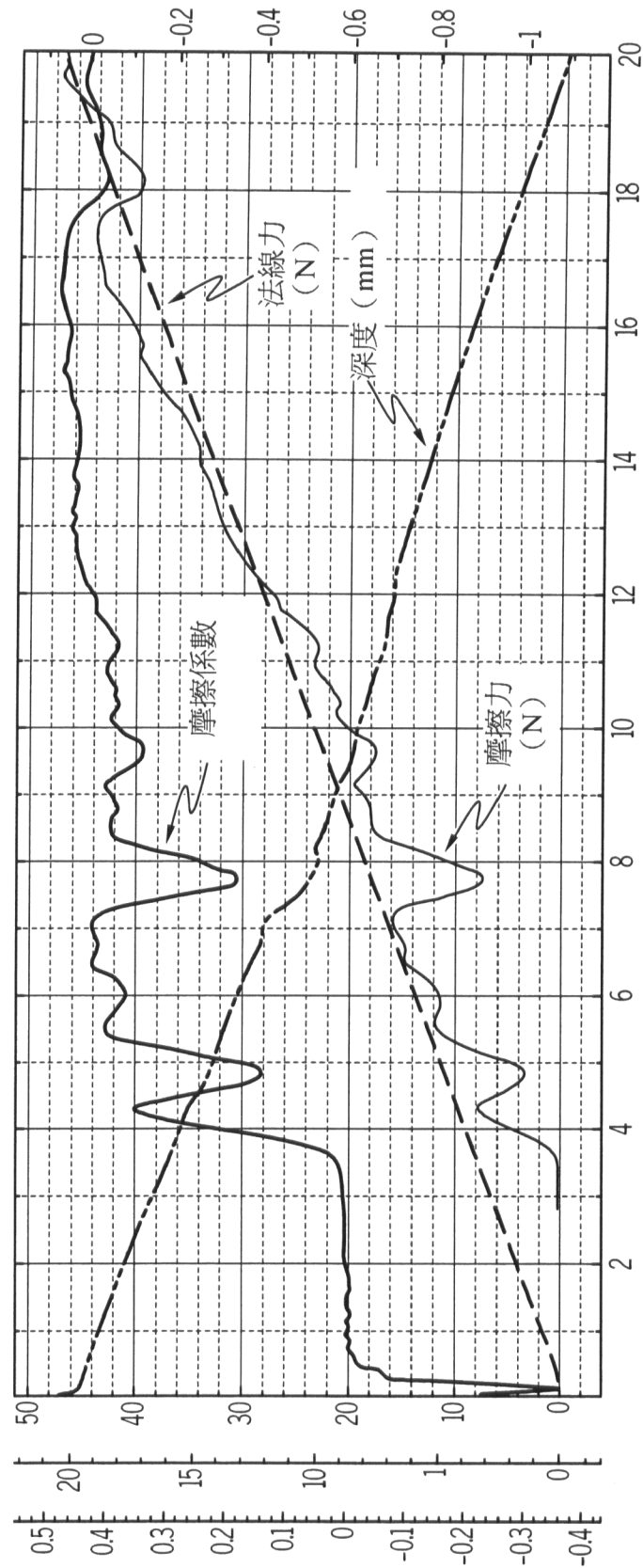
第47圖

線性刮痕測試



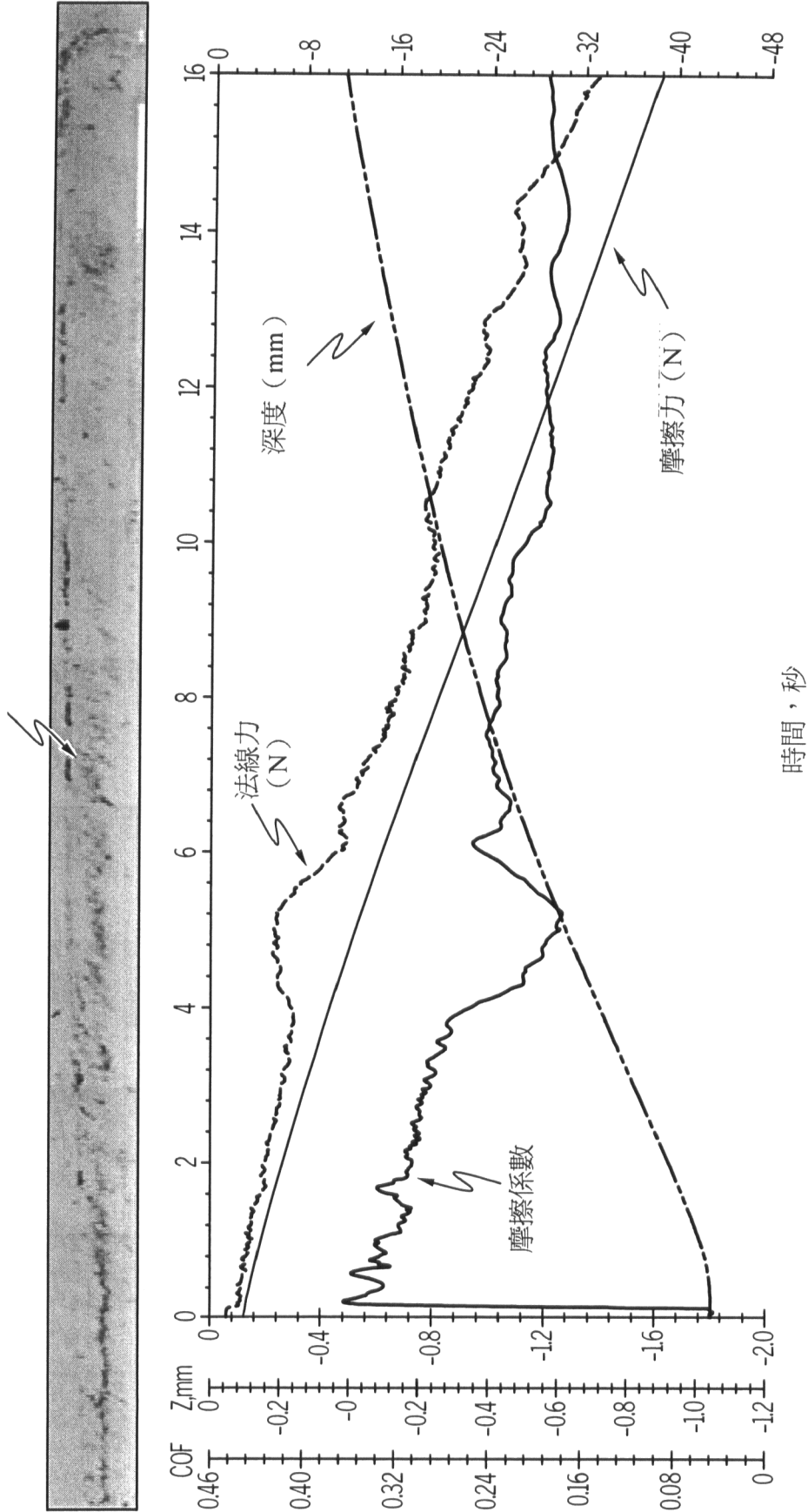
第48圖

第49圖



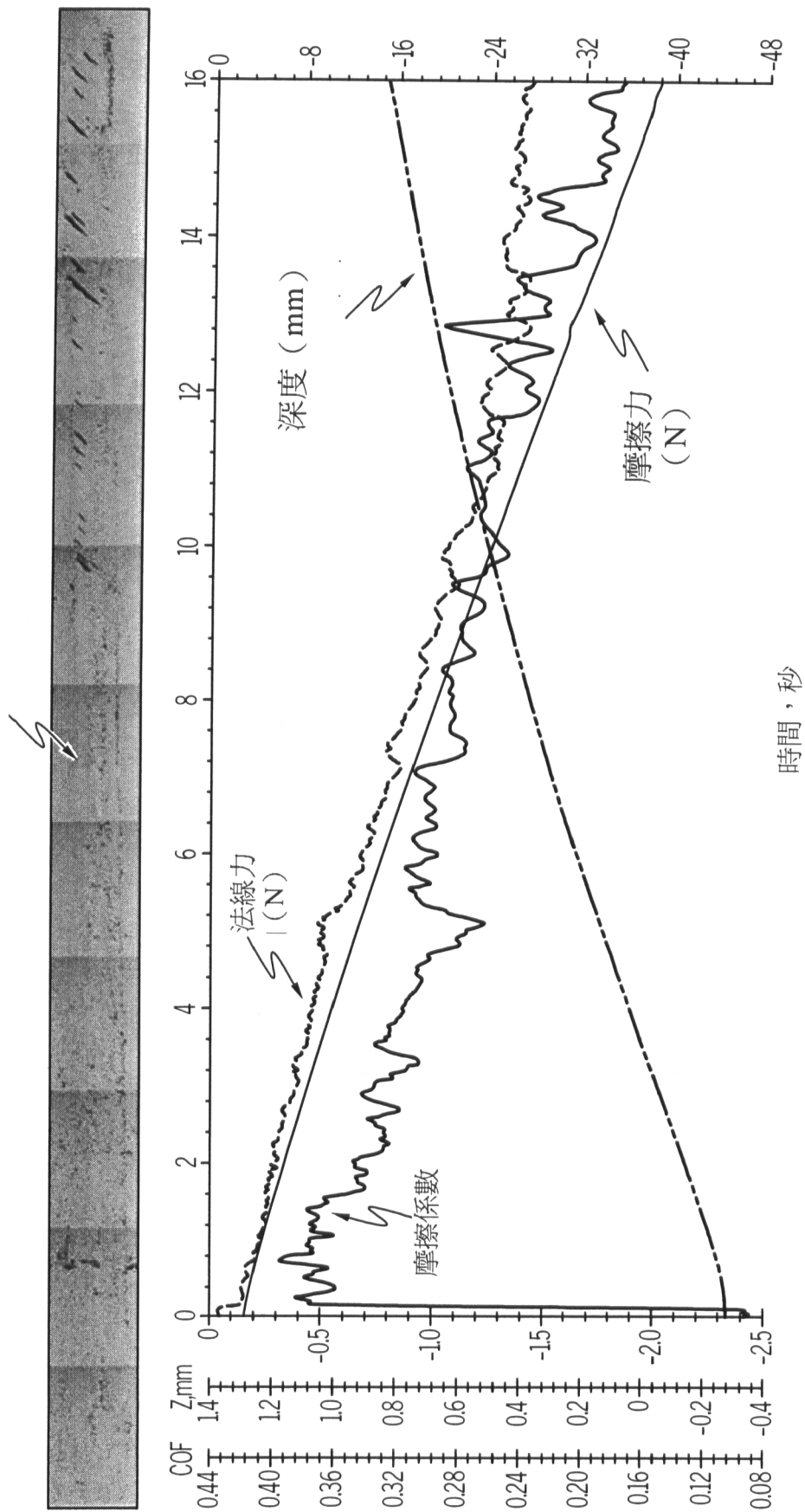
第49圖

玻璃裂縫



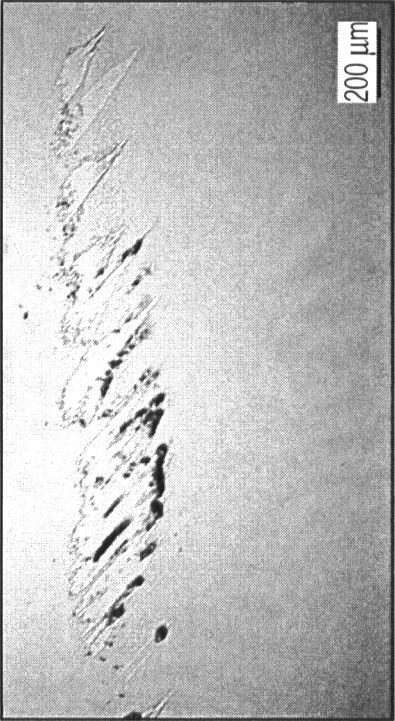
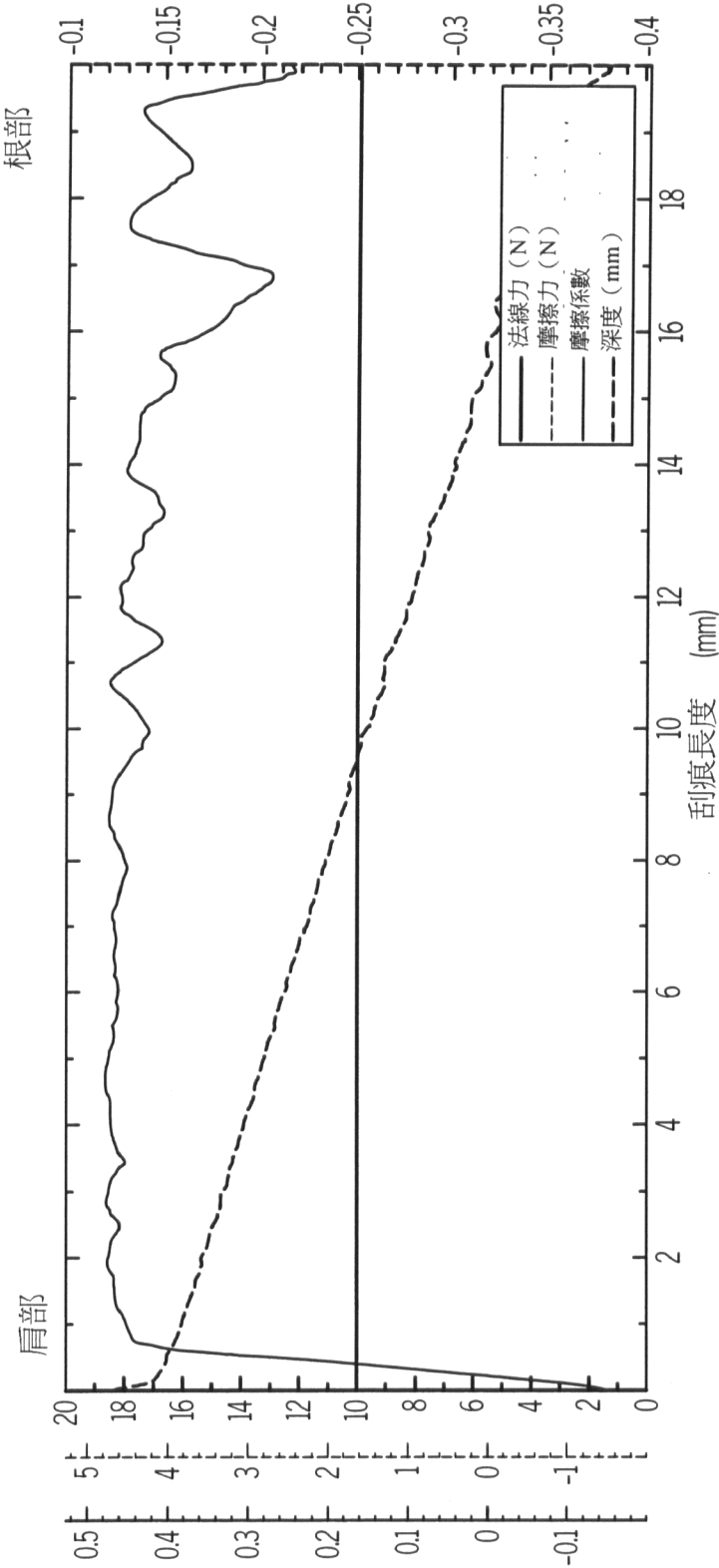
時間, 秒

第50圖

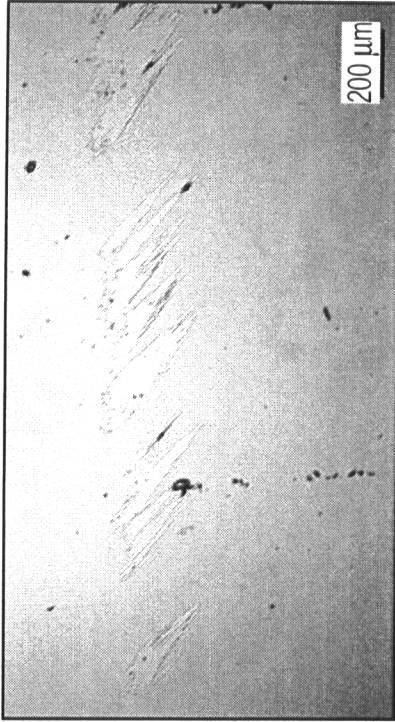


第51圖

塗佈狀態小瓶，10 N負荷



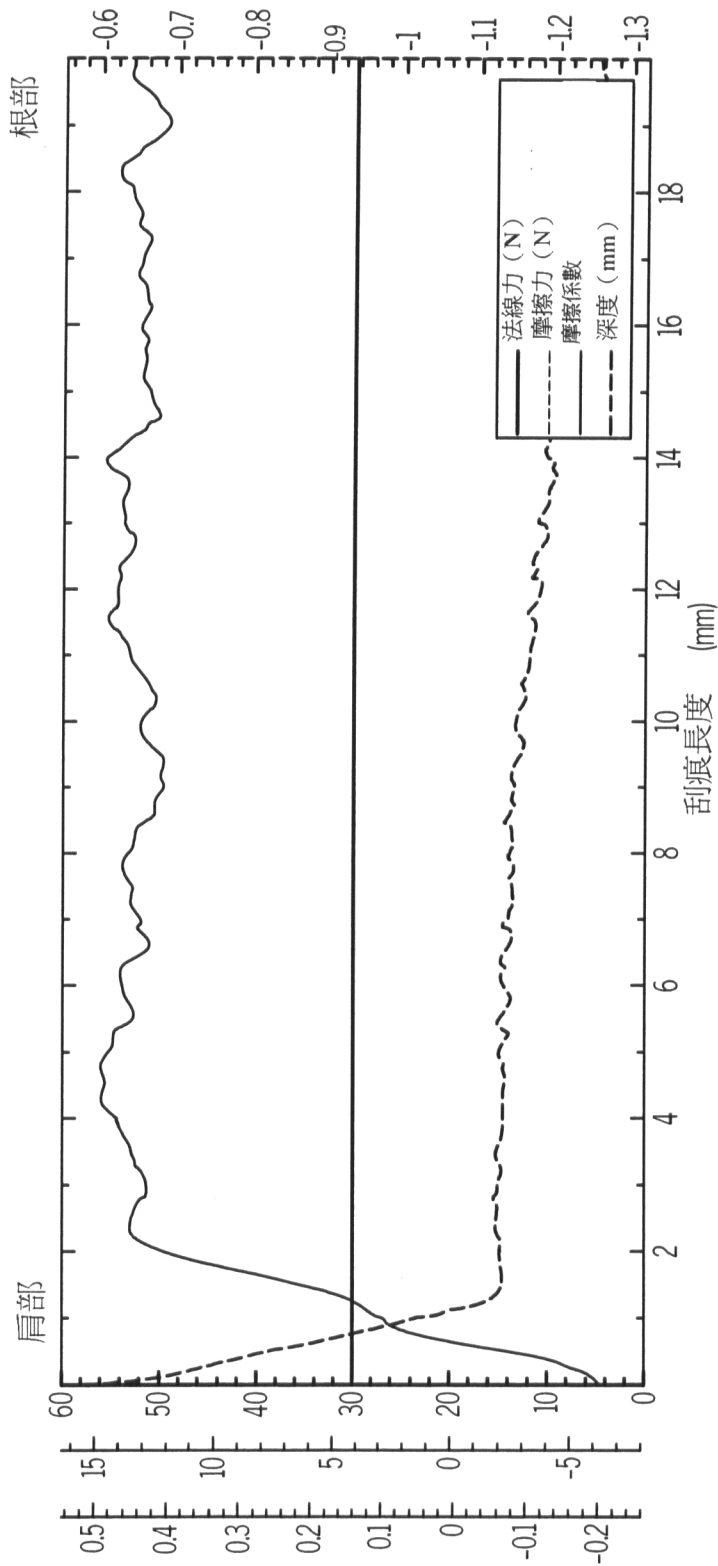
開始時



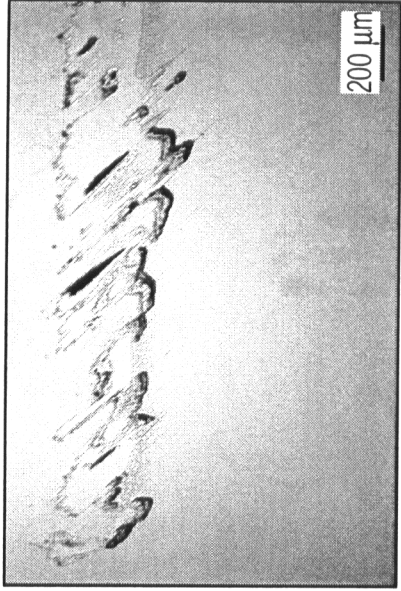
結束時

第52圖

塗佈狀態小瓶，10 N負荷



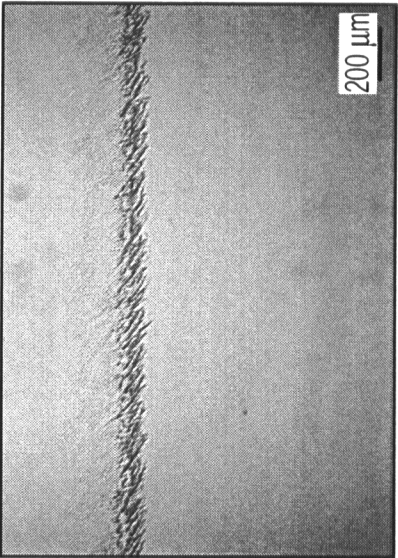
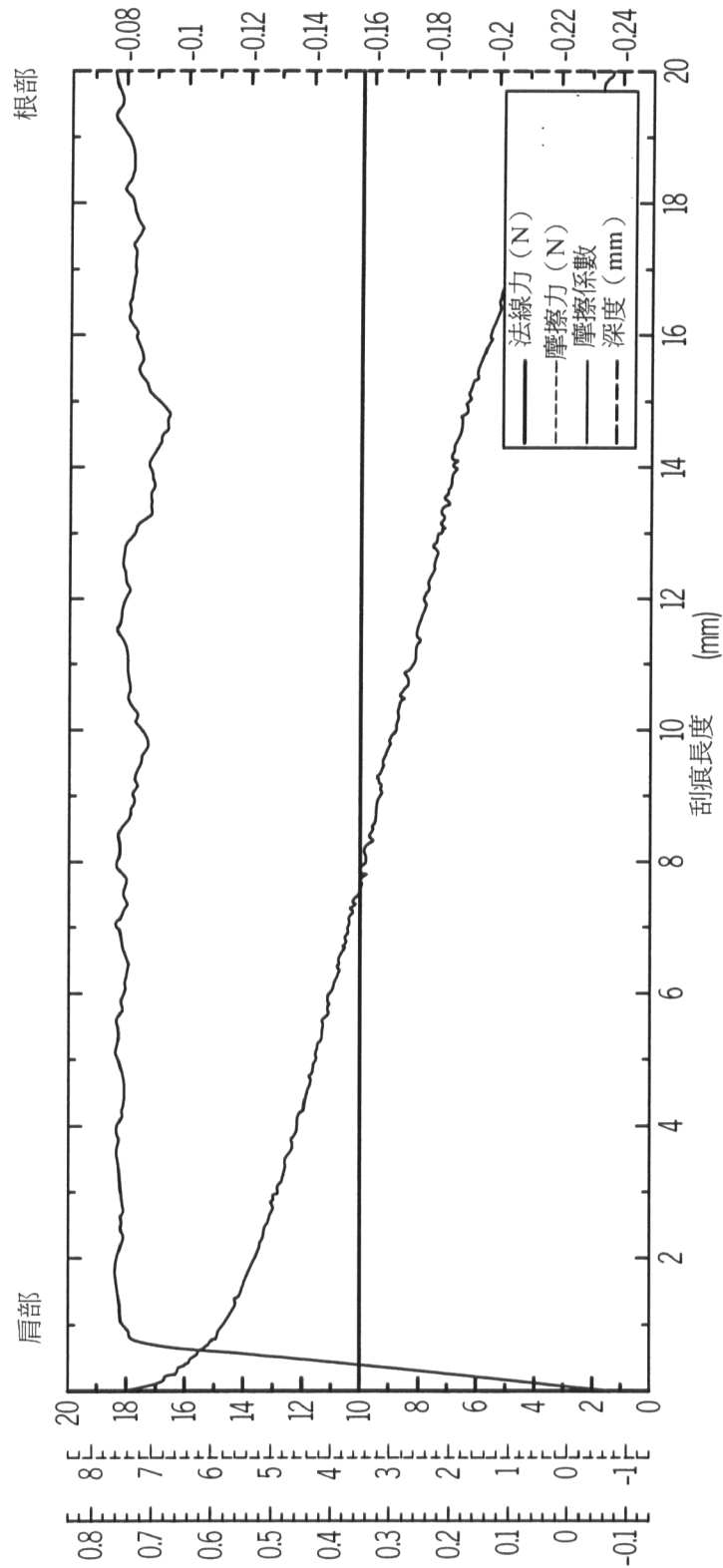
開始時



結束時

第53圖

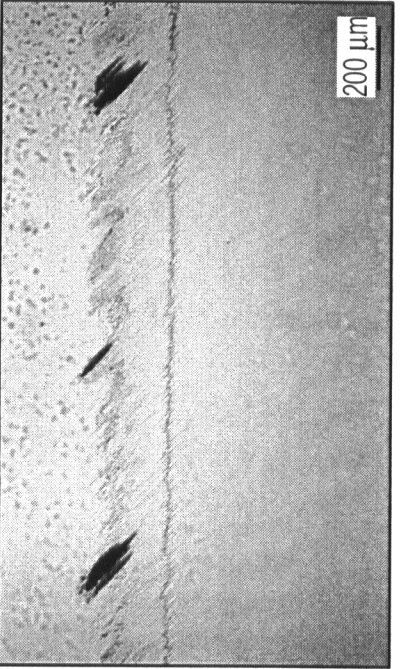
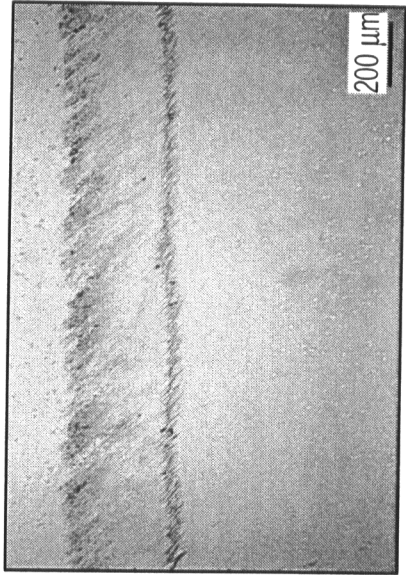
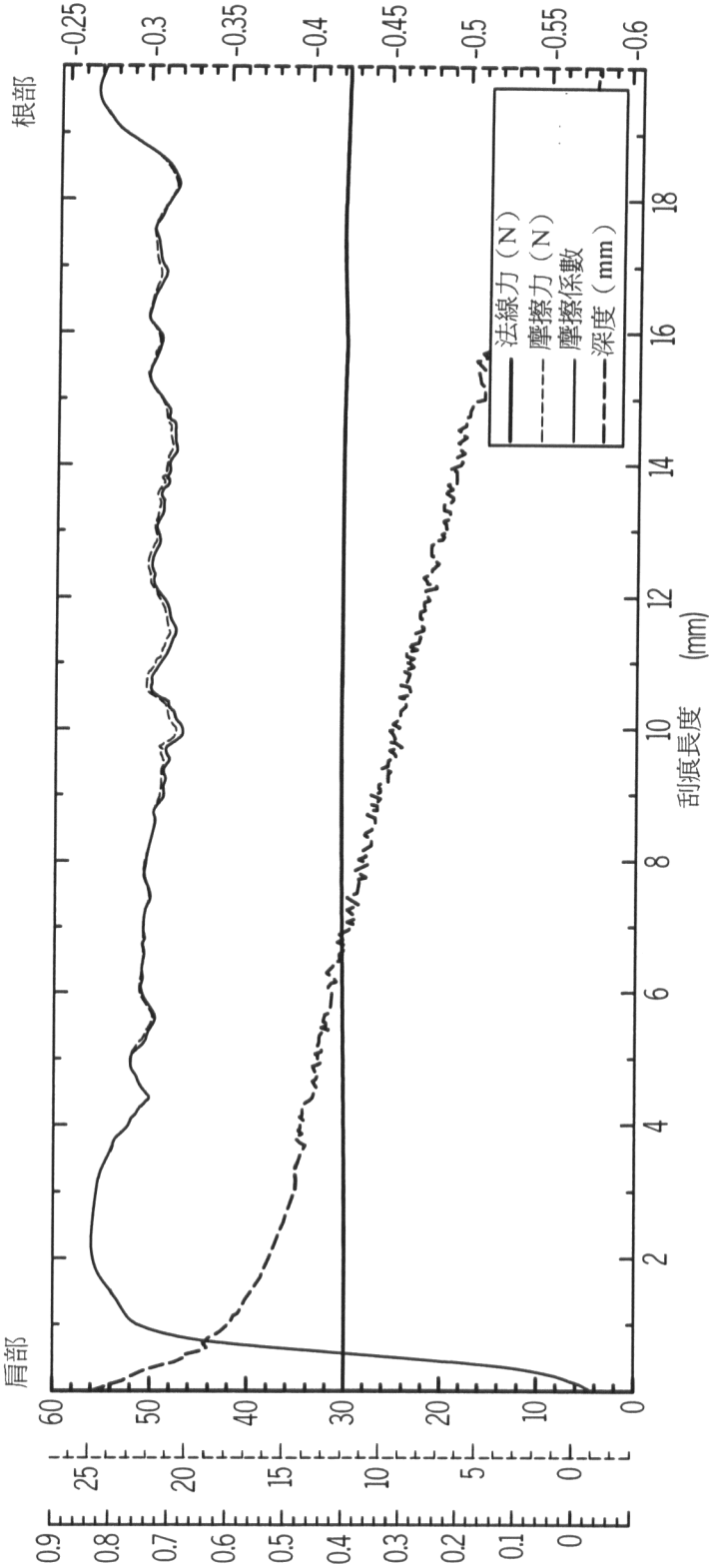
去熱解小瓶，10 N負荷



第54圖

在過程中

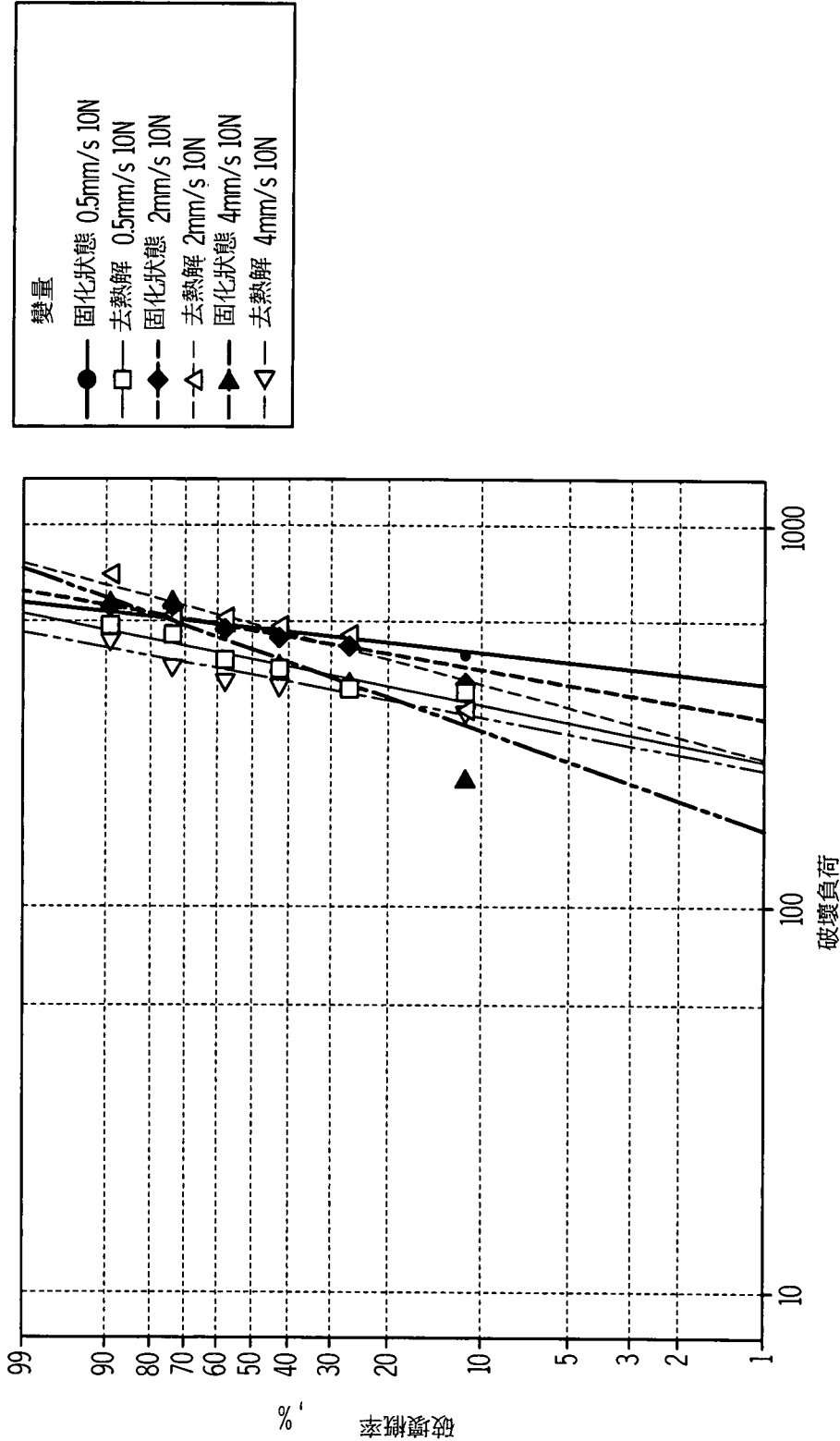
去熱解小瓶，30 N負荷



在過程中

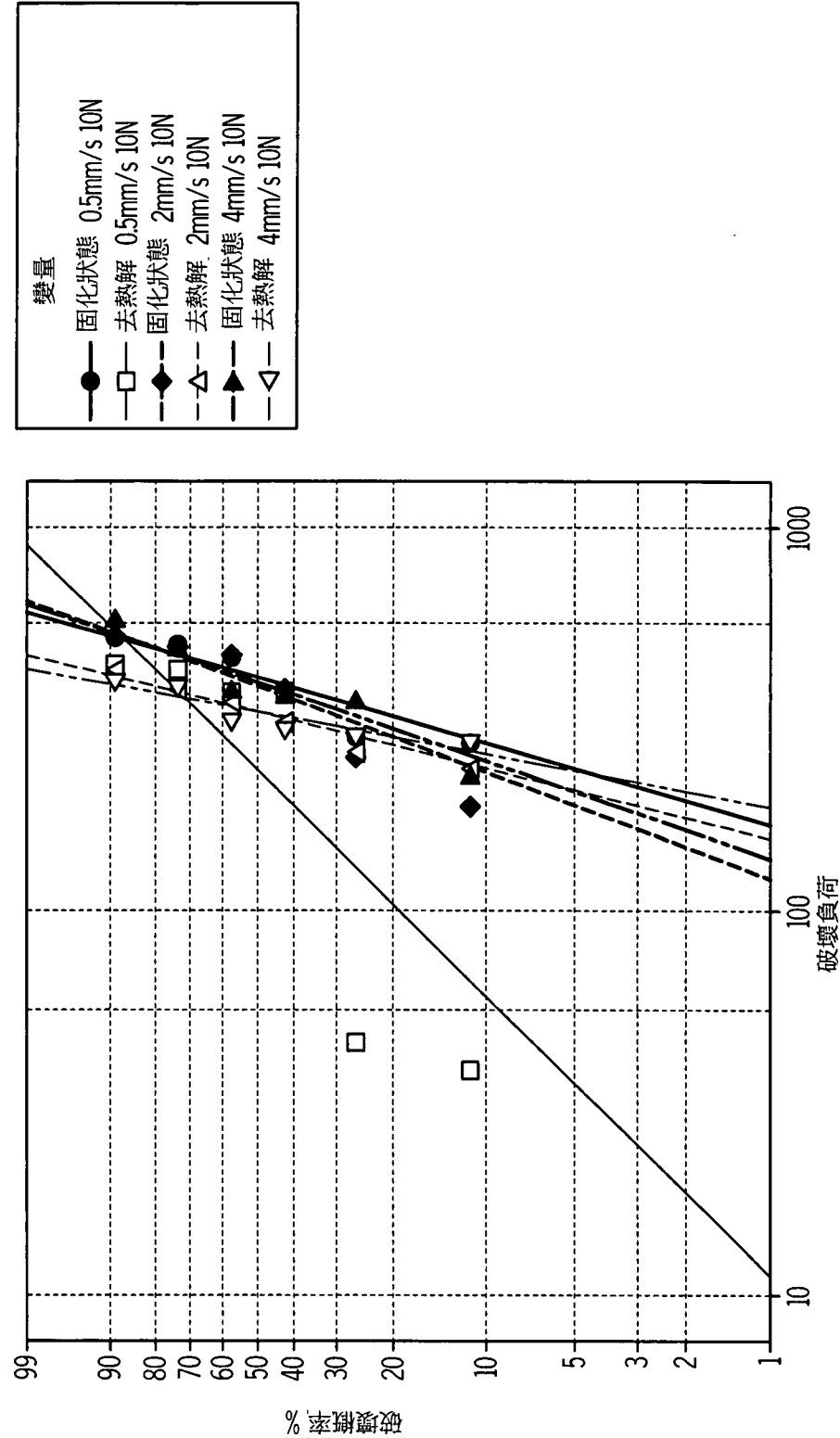
第55圖

不同厚度矽烷小瓶之水平壓縮 W/10 N刮痕



第56圖

不同厚度矽烷小瓶之水平壓縮 W/30 N刮痕



第57圖

【0050】 第 35 圖為圖示摩擦係數隨著光滑塗層之偶合劑之組成物的變化之改變的表，該光滑塗層塗覆至本文所描述之玻璃容器；

【0051】 第 36 圖以圖表形式圖示經塗佈玻璃容器在去熱解之前及之後的摩擦係數、施加力及摩擦力；

【0052】 第 37 圖以圖表形式圖示根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例，經塗佈玻璃容器在去熱解之前及之後的摩擦係數、施加力及摩擦力；

【0053】 第 38 圖以圖表形式圖示根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例，小瓶之作爲水平壓縮測試中之施加負荷之函數的破壞概率；

【0054】 第 39 圖以圖表形式圖示根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例，經塗佈玻璃容器在去熱解之前及之後的摩擦係數、施加力及摩擦力；

【0055】 第 40 圖以圖表形式圖示針對不同去熱解條件之經塗佈玻璃容器之摩擦係數、施加力及摩擦力；

【0056】 第 41 圖以圖表形式圖示根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例，在改變熱處理時間之後的摩擦係數；

【0057】 第 42 圖以圖表形式圖示根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例，在 400 nm 至 700 nm 之可見光譜中量測之經塗佈小瓶及未經塗佈小瓶之光透射率資料；

【0058】 第 43 圖以圖表形式圖示根據本文中所圖示及描述之一或多個實施例，經塗佈玻璃容器在去熱解之前及之後的摩

層因數 2、脫層因數 1 或脫層因數 0)。

【0109】 在一些實施例中，具有 10 或更低之脫層因數之玻璃容器可藉由以下操作獲得：形成在主體之內表面上具有障壁塗層的玻璃容器，以使得障壁塗層為主體之內表面。參看第 5 圖，例如，示意性圖示具有沉積在主體 102 之至少一部分內表面 104 上之障壁塗層 131 的玻璃容器 100。障壁塗層 131 不脫層或以其他方式降解且防止儲存在玻璃容器 100 之內部體積 108 中之產品（諸如，藥物組成物等）接觸主體 102 之內表面 104，從而緩和玻璃容器之脫層。障壁塗層大體上對水溶液為非滲透的、不溶於水且水解穩定。

【0110】 在本文中描述之一些實施例中，障壁塗層 131 為永久地黏附至玻璃容器 100 之內表面 104 的韌性無機塗層。障壁塗層 131 可為金屬氮化物塗層、金屬氧化物塗層、金屬硫化物塗層、 SiO_2 、類金剛石碳化合物、石墨烯或碳化合物塗層。舉例而言，在一些實施例中，韌性無機塗層可由至少一種金屬氧化物（諸如， Al_2O_3 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 SnO 、 SiO_2 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 、 Cr_2O_3 、 V_2O_5 、 ZnO 或 HfO_2 ）形成。在一些其他實施例中，韌性無機塗層可由兩種或兩種以上金屬氧化物（諸如， Al_2O_3 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 SnO 、 SiO_2 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 、 Cr_2O_3 、 V_2O_5 、 ZnO 或 HfO_2 ）之組合形成。在一些其他實施例中，障壁塗層 131 可包含沉積在玻璃容器之內表面上之第一金屬氧化物之第一層及沉積在第一層上方之第二金屬氧化物之第二層。在該等實施例中，障壁塗層 131 可使用各種沉積技術（包括（但不限於）原子層沉積、化學氣相沉積、物理氣相沉積等）沉積。

或者，障壁塗層可用一或多種液體塗覆技術（諸如，浸塗、噴塗或電漿塗佈）塗覆。噴塗技術可包括高容低壓（HVLP）噴塗及低容低壓（LVLP）噴塗、靜電噴塗、無氣噴塗、具有無氣噴塗之超音波霧化、氣溶膠噴射塗佈及噴墨塗佈。電漿塗佈技術可包括標準一次電漿塗佈與二次電漿塗佈、微波輔助電漿塗佈及大氣電漿塗佈等。

【0111】雖然本文中已描述障壁塗層 131 之實施例包含無機材料，但應理解，在一些實施例中，障壁塗層 131 可為有機塗層。舉例而言，在障壁塗層 131 為有機塗層之實施例中，有機塗層可包含：聚苯並咪唑；聚雙噁唑；聚雙噻唑；聚醯醯亞胺；聚喹啉；聚噻吩；聚苯硫醚；聚砜；聚氰酸酯；聚對二甲苯；氟化聚烯烴，包括聚四氟乙烯及其他含氟聚烯烴；全氟烷氧基聚合物；聚醚醚酮（PEEK）；聚醯胺；環氧樹脂；多酚；聚氨酯丙烯酸酯；環烯烴共聚物及環烯聚合物；聚烯烴，包括聚乙烯、氧化聚乙烯、聚丙烯、聚乙烯/丙烯共聚物、聚乙烯/乙酸乙烯酯共聚物、聚氯乙烯、聚丙烯酸酯、聚甲基丙烯酸酯、聚苯乙烯、聚異戊二烯、聚酸酐、聚順丁烯二酐、聚甲醛、聚縮醛及聚縮醛共聚物；二甲基或二苯基或甲基/苯基聚矽氧烷混合物；全氟化矽氧烷及其他經取代矽氧烷；聚醯亞胺；聚碳酸酯；聚酯；石蠟及蠟；或上述各者之各種組合。在一些實施例中，用作障壁塗層 131 之有機塗層可包括二甲基、二苯基或甲基/苯基聚矽氧烷混合物。或者，有機塗層可為聚碳酸酯或聚對苯二甲酸乙二酯。在一些實施例中，障壁塗層 131 可由層狀結構形成，該結構包含上述聚合物及/

塗層具有小於或等於 10 之脫層因數。

【0328】 第十八態樣包括第十七態樣之玻璃容器，其中障壁塗層為無機塗層，該無機塗層為金屬氮化物塗層、金屬氧化物塗層、金屬硫化物塗層、 SiO_2 、類金剛石碳、石墨烯或碳化物塗層。

【0329】 第十九態樣包括第十七態樣之玻璃容器，其中障壁塗層包含以下各物中之至少一者： Al_2O_3 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 SnO 、 SnO_2 、 SiO_2 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 、 Cr_2O_3 、 V_2O_5 、 ZnO 或 HfO_2 或上述各者之組合。

【0330】 第二十態樣包括第十七態樣之玻璃容器，其中障壁塗層包含以下各物中之至少一者：聚苯並咪唑；聚雙噁唑；聚雙噻唑；聚醚醯亞胺；聚喹啉；聚噻吩；聚苯硫醚；聚砜；聚氰酸酯；聚對二甲苯；氟化聚烯烴，包括聚四氟乙烯及其他含氟聚烯烴；全氟烷氧基聚合物；聚醚醚酮（PEEK）；聚醯胺；環氧樹脂；多酚；聚氨酯丙烯酸酯；環烯共聚物及環烯聚合物；聚烯烴，包括聚乙烯、氧化聚乙烯、聚丙烯、聚乙烯/丙烯共聚物、聚乙烯/乙酸乙烯酯共聚物、聚氯乙烯、聚丙烯酸酯、聚甲基丙烯酸酯、聚苯乙烯、聚異戊二烯、聚酸酐、聚順丁烯二酐、聚甲醛、聚縮醛及聚縮醛共聚物；二甲基或二苯基或甲基/苯基聚矽氧烷混合物；全氟化矽氧烷及其他經取代矽氧烷；聚醯亞胺；聚碳酸酯；聚酯；石蠟及蠟；或上述各者之各種組合。

【0331】 第二十一態樣包括第一態樣至第二十態樣中之任何態樣之玻璃容器，其中主體根據 DIN 12116 具有至少 S3 級抗

塗層，該無機塗層為一金屬氮化物塗層、一金屬氧化物塗層、一金屬硫化物塗層、 SiO_2 、類金剛石碳、石墨烯或一碳化物塗層。

14. 如請求項 12 所述之玻璃容器，其中該障壁塗層包含以下各物中之至少一者： Al_2O_3 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 SnO 、 SnO_2 、 SiO_2 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 、 Cr_2O_3 、 V_2O_5 、 ZnO 或 HfO_2 或上述各者之組合。

15. 如請求項 12 所述之玻璃容器，其中該障壁塗層包含以下各物中之至少一者：聚苯並咪唑；聚雙噁唑；聚雙噻唑；聚醚醯亞胺；聚喹啉；聚噻吩；聚苯硫醚；聚砜；聚氰酸酯；聚對二甲苯；氟化聚烯烴，包括聚四氟乙烯及其他含氟聚烯烴；全氟烷氧基聚合物；聚醚醚酮（PEEK）；聚醯胺；環氧樹脂；多酚；聚氨酯丙烯酸酯；環烯共聚物及環烯聚合物；聚烯烴，包括聚乙烯、氧化聚乙烯、聚丙烯、聚乙烯/丙烯共聚物、聚乙烯/乙酸乙烯酯共聚物、聚氯乙烯、聚丙烯酸酯、聚甲基丙烯酸酯、聚苯乙烯、聚異戊二烯、聚酸酐、聚順丁烯二酐、聚甲醛、聚縮醛及聚縮醛共聚物；二甲基或二苯基或甲基/苯基聚矽氧烷混合物；全氟化矽氧烷及其他經取代矽氧烷；聚醯亞胺；聚碳酸酯；聚酯；石蠟及蠟；或上述各者之各種組合。

16. 如請求項 1 所述之玻璃容器，其中該主體根據 DIN 12116

47. 如請求項 44 所述之玻璃容器，其中該主體之該內表面經酸蝕刻。

48. 如請求項 35 所述之玻璃容器，其中該主體之該內表面爲一障壁塗層。

49. 如請求項 48 所述之玻璃容器，其中該障壁塗層爲一金屬氮化物塗層、一金屬氧化物塗層、一金屬硫化物塗層、 SiO_2 、類金剛石碳、石墨烯或一碳化物塗層。

50. 如請求項 48 所述之玻璃容器，其中該障壁塗層包含以下各物中之至少一者： Al_2O_3 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 SnO 、 SnO_2 、 SiO_2 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 、 Cr_2O_3 、 V_2O_5 、 ZnO 或 HfO_2 或上述各者之組合。

51. 如請求項 48 所述之玻璃容器，其中該障壁塗層包含以下各物中之至少一者：聚苯並咪唑；聚雙噁唑；聚雙噻唑；聚醚醯亞胺；聚喹啉；聚噻吩；聚苯硫醚；聚砜；聚氰酸酯；聚對二甲苯；氟化聚烯烴，包括聚四氟乙烯及其他含氟聚烯烴；全氟烷氧基聚合物；聚醚醚酮（PEEK）；聚醯胺；環氧樹脂；多酚；聚氨基丙烯酸酯；環烯共聚物及環烯聚合物；聚烯烴，包括聚乙烯、氧化聚乙烯、聚丙烯、聚乙烯/丙烯共聚物、聚乙烯/乙酸乙烯酯共聚物、聚氯乙烯、聚丙烯酸酯、

84. 如請求項 72 所述之玻璃容器，其中該主體之該內表面經酸蝕刻。

85. 如請求項 72 所述之玻璃容器，其中該主體之該內表面爲一障壁塗層。

86. 如請求項 85 所述之玻璃容器，其中該障壁塗層爲一金屬氮化物塗層、一金屬氧化物塗層、一金屬硫化物塗層、 SiO_2 、類金剛石碳、石墨烯或一碳化物塗層。

87. 如請求項 85 所述之玻璃容器，其中該障壁塗層包含以下各物中之至少一者： Al_2O_3 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 SnO 、 SnO_2 、 SiO_2 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 、 Cr_2O_3 、 V_2O_5 、 ZnO 或 HfO_2 或上述各者之組合。

88. 如請求項 85 所述之玻璃容器，其中該障壁塗層包含以下各物中之至少一者：聚苯並咪唑；聚雙噁唑；聚雙噻唑；聚醚醯亞胺；聚喹啉；聚噻吩；聚苯硫醚；聚砜；聚氰酸酯；聚對二甲苯；氟化聚烯烴，包括聚四氟乙烯及其他含氟聚烯烴；全氟烷氧基聚合物；聚醚醚酮（PEEK）；聚醯胺；環氧樹脂；多酚；聚氨酯丙烯酸酯；環烯共聚物及環烯聚合物；聚烯烴，包括聚乙烯、氧化聚乙烯、聚丙烯、聚乙烯/丙烯共聚物、聚乙烯/乙酸乙烯酯共聚物、聚氯乙烯、聚丙烯酸酯、聚甲基丙烯酸酯、聚苯乙烯、聚異戊二烯、聚酸酐、聚順丁

約 9 莫耳%至約 15 莫耳%之鹼土金屬氧化物；及
約 0 莫耳%至約 0.5 莫耳%之 SnO_2 。

102. 如請求項 101 所述之玻璃容器，其中該玻璃組成物實質上不含有硼及含硼化合物。

103. 如請求項 101 所述之玻璃容器，其中該玻璃組成物實質上不含有鋅及含鋅化合物。

104. 如請求項 101 所述之玻璃容器，其中該玻璃組成物實質上不含有磷及含磷化合物。

105. 如請求項 72 所述之玻璃容器，其中該主體由根據 ASTM 標準 E438-92 之一 I 型 B 級玻璃形成。

106. 如請求項 105 所述之玻璃容器，其中根據 ASTM 標準 E438-92 之該 I 型 B 級玻璃實質上不含有鋅及含鋅化合物。

107. 如請求項 72 所述之玻璃容器，其中該玻璃容器由一玻璃組成物形成，該玻璃組成物包含大於約 75 莫耳%之 SiO_2 且該玻璃組成物實質上不含有硼、鹼金屬氧化物及鹼土金屬氧化物。