



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I666186 B

(45)公告日：中華民國 108 (2019) 年 07 月 21 日

(21)申請案號：107121641

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 03 月 01 日

(51)Int. Cl. : C03C17/30 (2006.01)

C03C17/32 (2006.01)

C03C17/34 (2006.01)

B32B17/06 (2006.01)

(30)優先權：2012/02/28 美國

61/604,220

2012/06/28 美國

61/665,682

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

美國

(72)發明人：法德弗安德列吉納迪文契 FADEEV,ANDREI GENNADYEVICH (RU)；張德雷莎 CHANG,THERESA (US)；布可白德丹娜克瑞格 BOOKBINDER,DANA CRAIG (US)；保爾珊東那 PAL,SANTONA (US)；薩哈哈達庫馬爾 SAHA,CHANDAN KUMAR (US)；底馬提諾史帝文艾德華 DEMARTINO,STEVEN EDWARD (US)；提蒙斯克里斯多福李 TIMMONS,CHRISTOPHER LEE (US)；皮那斯凱約翰史帝芬 PEANASKY,JOHN STEPHEN (US)

(74)代理人：李世章

(56)參考文獻：

CN 102333648A

US 4870034

審查人員：吳韶淳

申請專利範圍項數：16 項 圖式數：46 共 159 頁

(54)名稱

具有低摩擦塗層之玻璃物件

GLASS ARTICLES WITH LOW-FRICTION COATINGS

(57)摘要

本發明揭示低摩擦塗層和具有低摩擦塗層之玻璃物件。依據一個實施例，一種經塗覆的玻璃物件可包括包含第一表面的玻璃主體，以及位於該玻璃主體之該第一表面之至少一部分上的低摩擦塗層。該低摩擦塗層可包括聚合物化學組合物。該經塗覆的玻璃物件在至少約 260 °C 的溫度下持續 30 分鐘可以是熱穩定的。對於從約 400 nm 至約 700 nm 的波長，通過該經塗覆的玻璃物件之透光率係大於或等於通過未經塗覆的玻璃物件之透光率之約 55%。當以約 10 °C/分鐘的升溫速率從溫度 150 °C 加熱至 350 °C 時，該低摩擦塗層具有小於該低摩擦塗層之質量之約 5% 的質量損失。

Low-friction coatings and glass articles with low-friction coatings are disclosed. According to one embodiment, a coated glass article may include a glass body comprising a first surface and a low-friction coating positioned on at least a portion of the first surface of the glass body. The low-friction coating may include a polymer chemical composition. The coated glass article may be thermally stable at a temperature of at least about 260°C for 30 minutes. A light transmission through the coated glass article may be greater than or equal to about 55% of a light transmission through an uncoated glass article for wavelengths from about 400 nm to about 700 nm. The low-friction coating may have a mass loss of less than about 5% of its mass when heated from a temperature of 150°C to 350°C at a ramp rate of about 10°C/minute.

指定代表圖：

符號簡單說明：

500 . . . 製程流程圖

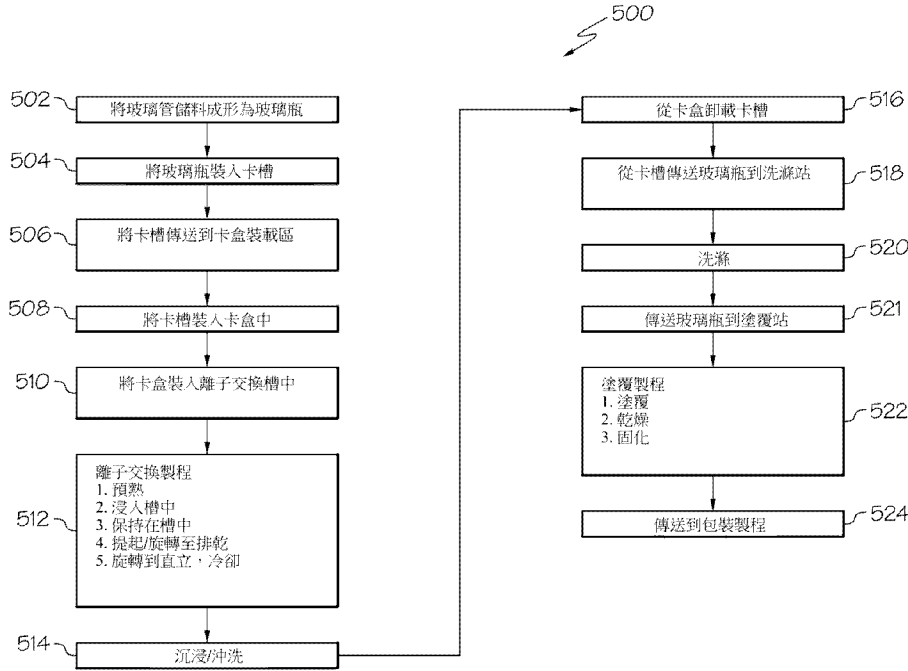
502、504、506、

508、510、512、

514、516、518、

520、521、

522 . . . 步驟



第7圖

【發明說明書】

【中文發明名稱】具有低摩擦塗層之玻璃物件

【英文發明名稱】GLASS ARTICLES WITH LOW-FRICTION COATINGS

【技術領域】

【0001】 本專利申請案主張於2012年2月28日提出申請標題為「具有增強玻璃可靠性的表面處理之玻璃容器及其製造方法（Glass Container with a Surface Treatment that Enhances Glass Reliability and Methods for Manufacturing the Same）」的美國臨時專利申請案第61/604,220號及於2012年6月28日提出申請標題為「具有耐熱塗層的耐分層玻璃容器（Delamination Resistant Glass Containers with Heat Resistant Coatings）」的美國臨時專利申請案第61/665,682號的優先權。

【0002】 本說明書大體而言係關於塗層，而且更具體而言，本說明書係關於施加於玻璃容器（如藥物包裝）的低摩擦塗層。

【先前技術】

【0003】 歷史上，由於玻璃相對於其他的材料具有氣密性、光學透明性以及優異的化學耐久性，玻璃已被用來作為較佳的藥物包裝材料。具體來說，用於藥物包裝的玻璃必須具有足夠的化學耐久性，以便不影響其中所含的藥物

組合物之穩定性。具有適當化學耐久性的玻璃包括那些在 A S T M 標準「類型 1 B」內的玻璃組合物，該等玻璃組合物具有經過證明的化學耐久性歷史。

【0004】 然而，用於這種應用的玻璃會受到玻璃的機械性能所限制。在製藥工業中，玻璃破裂是終端使用者在安全上的考量，因為破裂的包裝及/或包裝的內容物可能會傷害終端使用者。此外，非災難性破裂（即當玻璃出現裂縫但不破裂時）可能會導致內容物喪失其無菌性，這反過來可能會導致成本高昂的產品召回。

【0005】 具體而言，當包裝與處理設備、加工設備及/或其他包裝接觸時，用於製造及填充玻璃藥物包裝的高處理速度可能會導致包裝表面上的機械損傷，如擦傷。這種機械損傷顯著地降低玻璃藥物包裝的強度，導致玻璃中裂縫延伸的可能性增加，可能會影響包裝中容納的藥物之無菌性，或導致包裝完全失效。

【0006】 一種改良玻璃包裝之機械耐久性的方法是對玻璃包裝進行熱及/或化學回火（t e m p e r）。熱回火藉由在成型後的快速冷卻過程中誘發表面壓縮應力而強化玻璃。這種技術對於具有平坦幾何形狀（如窗戶）的玻璃物件、厚度大於約 2 m m 的玻璃物件以及具有高熱膨脹的玻璃組合物可以運作良好。然而，藥物的玻璃包裝通常具有複雜的幾何形狀（玻璃瓶、管、安瓿等）、壁薄（有時介於約 1 - 1.5 m m 之間），並且由低膨脹玻璃生產，使得玻璃藥物包裝不適合藉由熱回火進行強化。化學回火也藉由

引入表面壓縮應力來強化玻璃。該應力係藉由將物件浸沒在熔融鹽浴中而引入。當來自玻璃的離子被來自熔融鹽的較大離子取代時，壓縮應力便被引入玻璃表面中。化學回火的優點在於其可用於複雜的幾何形狀、薄的樣品，並且對於玻璃基板的熱膨脹特性是相對不敏感的。

【0007】 然而，雖然上述的回火技術可以改良強化玻璃承受鈍物撞擊的能力，但這些技術對於改良玻璃的抗磨損較無效，該磨損例如可能在製造、裝運及處理過程中發生的划痕。

【0008】 因此，對於具有改良的機械損傷抗性之替代玻璃物件存在需求。

【發明內容】

【0009】 依據一個實施例，一種經塗覆的玻璃物件可以包括包含第一表面的玻璃主體，以及位於該玻璃主體之該第一表面之至少一部分上的低摩擦塗層，該低摩擦塗層包含聚合物化學組合物。該經塗覆的玻璃物件在至少約 260 °C 的溫度下持續 30 分鐘可以是熱穩定的。對於從約 400 nm 至約 700 nm 的波長，通過該經塗覆的玻璃物件之透光率可以大於或等於通過未經塗覆的玻璃物件之透光率之約 55 %。當以約 10 °C / 分鐘的升溫速率從溫度 150 °C 加熱至 350 °C 時，該低摩擦塗層可以具有小於該低摩擦塗層之質量之約 5 % 的質量損失。

【0010】 在另一個實施例中，一種經塗覆的玻璃物件可以包括包含外部表面的玻璃主體，以及位於該外部表面之至少一部分上的低摩擦塗層，該低摩擦塗層包含聚合物化學組合物。在曝露於280℃的升溫持續30分鐘並且在30N的負載之下磨損（abrasion）之後，該外部表面具有該低摩擦塗層之該部分之磨損區域（abraded area）可以具有小於0.7的摩擦係數，而且沒有可看見的損傷。在曝露於280℃的升溫持續30分鐘並且在30N的負載之下磨損之後，該經塗覆的玻璃物件在水平壓縮中之保留強度可以不降低超過20%。

【0011】 在又另一個實施例中，一種經塗覆的玻璃物件可以包括具有第一表面的玻璃主體。低摩擦塗層可以位於該玻璃主體之該第一表面之至少一部分上，該低摩擦塗層可以包括聚合物化學組合物以及偶合劑，該偶合劑包含以下之至少一者：第一矽烷化學組合物、該第一矽烷化學組合物之水解產物或該第一矽烷化學組合物之寡聚物，其中該第一矽烷化學組合物係芳族矽烷化學組合物；以及由至少該第一矽烷化學組合物與第二矽烷化學組合物之寡聚作用所形成的化學組合物。該第一矽烷化學組合物與該第二矽烷化學組合物可以是不同的化學組合物。該經塗覆的玻璃物件在至少約260℃的溫度下持續30分鐘可以是熱穩定的。對於從約400nm至約700nm的波長，通過該經塗覆的玻璃物件之透光率係大於或等於通過未經塗覆的玻璃物件之透光率之約55%。當以約10℃/分鐘的升

溫速率從溫度 150 °C 加熱至 350 °C 時，該低摩擦塗層具有小於該低摩擦塗層之質量之約 5 % 的質量損失。

【0012】 在另一個實施例中，一種經塗覆的玻璃物件可以包括包含第一表面的玻璃主體，以及位於該玻璃主體之該第一表面之至少一部分上的低摩擦塗層。該低摩擦塗層可以包括偶合劑，該偶合劑包含一或多個矽烷化學組合物之寡聚物。該寡聚物可以是矽倍半氧烷化學組合物，而且該矽烷化學組合物之至少一者包含至少一芳族部分及至少一胺部分。該低摩擦塗層也可以包括由至少第一二胺單體化學組合物、第二二胺單體化學組合物及二酐單體化學組合物之聚合作用所形成的聚醯亞胺化學組合物。該第一二胺單體化學組合物可以與該第二二胺單體化學組合物不同。

【0013】 在另一個實施例中，一種經塗覆的玻璃物件可以包括包含第一表面的玻璃主體以及位於該第一表面之至少一部分上的低摩擦塗層，該低摩擦塗層可以包括聚合物化學組合物。該經塗覆的玻璃物件在至少約 300 °C 的溫度下持續 30 分鐘可以是熱穩定的。對於從約 400 nm 至約 700 nm 的波長，通過該經塗覆的玻璃物件之透光率可以大於或等於通過未經塗覆的玻璃物件之透光率之約 55 %。

【0014】 在另一個實施例中，經塗覆的玻璃物件可以包括包含第一表面與第二表面的玻璃主體，該第二表面位於該第一表面之反側。該第一表面可以是玻璃容器之外部表

面。可以將低摩擦塗層與該玻璃主體之該第一表面之至少一部分結合。該低摩擦塗層可以包括聚合物化學組合物。該經塗覆的玻璃物件在至少約 280 °C 的溫度下持續 30 分鐘可以是熱穩定的。對於從約 400 nm 至約 700 nm 的波長，通過該經塗覆的玻璃物件之透光率可以大於或等於通過未經塗覆的玻璃物件之透光率之約 55 %。

【0015】 在另一個實施例中，一種經塗覆的玻璃物件可以包括包含第一表面的玻璃主體以及與該玻璃主體之該第一表面之至少一部分結合的低摩擦塗層。該低摩擦塗層可以包括位於該玻璃主體之該第一表面上的偶合劑層。該偶合劑層可以包括偶合劑，該偶合劑包含以下之至少一者：第一矽烷化學組合物、該第一矽烷化學組合物之水解產物或該第一矽烷化學組合物之寡聚物，其中該第一矽烷化學組合物係芳族矽烷化學組合物；以及由至少該第一矽烷化學組合物與第二矽烷化學組合物之寡聚作用所形成的化學組合物。聚合物層可以位於該偶合劑層上方，該聚合物層可以包括聚醯亞胺化學組合物。該第一矽烷化學組合物與該第二矽烷化學組合物可以是不同的化學組合物。該經塗覆的玻璃物件在至少約 280 °C 的溫度下持續 30 分鐘可以是熱穩定的。對於從約 400 nm 至約 700 nm 的波長，通過該經塗覆的玻璃物件之透光率可以大於或等於通過未經塗覆的玻璃物件之透光率之約 55 %。

【0016】 在另一個實施例中，一種經塗覆的玻璃物件可以包括具有第一表面的玻璃主體以及與該玻璃主體之該

第一表面之至少一部分結合的低摩擦塗層。該低摩擦塗層可以包括包含偶合劑的偶合劑層，該偶合劑包含一或多個矽烷化學組合物之寡聚物。該寡聚物可以是矽倍半氧烷化學組合物，而且該矽烷化學組合物之至少一者包含至少一芳族部分及至少一胺部分。該低摩擦塗層可以進一步包含聚合物層，該聚合物層包含聚醯亞胺化學組合物，該聚醯亞胺化學組合物係由至少一第一二胺單體化學組合物、第二二胺單體化學組合物及二酐單體化學組合物之聚合作用所形成。該第一二胺單體化學組合物與該第二二胺單體化學組合物可以是不同的。該低摩擦塗層也可以包括界面層，該界面層包含該聚合物層之一或多個化學組合物，該一或多個化學組合物與該偶合劑層之一或多個化學組合物鍵結。

【0017】 在另一個實施例中，一種用於基板的低摩擦塗層可以包括聚醯亞胺化學組合物以及偶合劑。該偶合劑可以包括以下之至少一者：第一矽烷化學組合物、該第一矽烷化學組合物之水解產物或該第一矽烷化學組合物之寡聚物及第二矽烷化學組合物、該第二矽烷化學組合物之水解產物或該第二矽烷化學組合物之寡聚物之混合物，其中該第一矽烷化學組合物可以是芳族矽烷化學組合物，並且該第二矽烷化學組合物可以是脂族矽烷化學組合物；以及由至少該第一矽烷化學組合物與該第二矽烷化學組合物之寡聚作用所形成的化學組合物。該塗層在至少約 260 °C 的溫度下持續 30 分鐘可以是熱穩定的。通過該塗層之透

光率可以大於或等於約 55 %。當以約 10 °C / 分鐘的升溫速率從溫度 150 °C 加熱至 350 °C 時，該低摩擦塗層具有小於該低摩擦塗層之質量之約 5 % 的質量損失。

【0018】 將在以下的實施方式中提出經塗覆的玻璃物件及製造該玻璃物件的方法與製程之其他的特徵與優點，包括以下的實施方式、申請專利範圍以及附圖。從該描述，有部分對於該技術領域中具有通常知識者而言將是顯而易見的，或者可藉由實施本文中所描述的實施例而認可。

【0019】 瞭解到，前述的一般性描述與以下的實施方式兩者說明了各種實施例，而且意欲提供用以瞭解主張的標的物之性質和特點的概觀或架構。附圖被涵括以提供對各種實施例的進一步瞭解，而且附圖被整合於本說明書中並且構成本說明書的一部分。該等圖示說明本文中所描述的各种實施例，而且該等圖示與實施方式一起用來解釋主張的標的物之原理與操作。

【圖式簡單說明】

【0020】 第1圖依據本文所圖示與描述的一或多個實施例示意性繪示具有低摩擦塗層的玻璃容器之剖面圖；

【0021】 第2圖依據本文所圖示與描述的一或多個實施例示意性繪示具有低摩擦塗層的玻璃容器之剖面圖，該低摩擦塗層包含聚合物層與偶合劑層；

【0022】 第3圖依據本文所圖示與描述的一或多個實施例示意性繪示具有低摩擦塗層的玻璃容器之剖面圖，該低摩擦塗層包含聚合物層、偶合劑層及界面層；

【0023】 第4圖依據本文所圖示與描述的一或多個實施例圖示二胺單體化學組合物之實例；

【0024】 第5圖依據本文所圖示與描述的一或多個實施例圖示二胺單體化學組合物之實例；

【0025】 第6圖依據本文所圖示與描述的一或多個實施例繪示可用來作為施加於玻璃容器的聚醯亞胺塗層的單體之化學結構；

【0026】 第7圖為依據本文所圖示與描述的一或多個實施例用於形成具有低摩擦塗層的玻璃容器之方法之一個實施例之流程圖；

【0027】 第8圖依據本文所圖示與描述的一或多個實施例示意性繪示第7圖之流程圖之步驟；

【0028】 第9圖依據本文所圖示與描述的一或多個實施例示意性繪示用於測定兩個表面之間的摩擦係數之測試夾具；

【0029】 第10圖依據本文所圖示與描述的一或多個實施例示意性繪示用於測試玻璃容器之質量損失的設備；

【0030】 第11圖依據本文所圖示與描述的一或多個實施例圖示經塗覆的玻璃瓶（coated vials）與未經塗覆的玻璃瓶在400-700 nm的可見光光譜之光穿透率數據；

【0031】 第12圖依據本文所圖示與描述的一或多個實施例圖示在水平壓縮測試中玻璃瓶之損壞機率（failure probability）為施加負載的函數。

【0032】 第13圖依據本文所圖示與描述的一或多個實施例含有報告負載與量測的摩擦係數之表，該摩擦係數包含蕭特類型1B（Schott Type 1B）玻璃瓶之摩擦係數以及由參考玻璃組成形成的、且經離子交換與經塗覆的玻璃瓶之摩擦係數。

【0033】 第14圖依據本文所圖示與描述的一或多個實施例圖示在管之四點彎曲測試中損壞機率為施加應力之函數，該等管包括由參考玻璃組成所形成且分別處於初接收狀態、處於經離子交換狀態（未經塗覆的）、處於經離子交換狀態（經塗覆且經磨損的）、處於經離子交換狀態（未經塗覆且經磨損的）者，以及由蕭特類型1B玻璃所形成且分別處於初接收狀態和經離子交換狀態者。

【0034】 第15圖依據本文所圖示與描述的一或多個實施例繪示APS/Novastrat® 800塗層之氣相層析質譜儀輸出數據；

【0035】 第16圖依據本文所圖示與描述的一或多個實施例繪示DC806A塗層之氣相層析質譜儀輸出數據；

【0036】 第17圖依據本文所圖示與描述的一或多個實施例含有報告不同的低摩擦塗層組合物在凍乾（lyophilization）條件下進行測試之表；

【0037】 第18圖依據本文所圖示與描述的一或多個實施例含有報告裸玻璃瓶和具有矽氧烷樹脂塗層的玻璃瓶在玻璃瓶對玻璃瓶夾具中測試的摩擦係數之圖；

【0038】 第19圖依據本文所圖示與描述的一或多個實施例含有報告塗覆有APS/Kapton聚醯亞胺塗層在玻璃瓶對玻璃瓶夾具中在不同的施加負載下磨損多次的玻璃瓶之摩擦係數的圖；

【0039】 第20圖依據本文所圖示與描述的一或多個實施例含有報告塗覆有APS塗層在玻璃瓶對玻璃瓶夾具中在不同的施加負載下磨損多次的玻璃瓶之摩擦係數的圖；

【0040】 第21圖依據本文所圖示與描述的一或多個實施例含有報告在塗覆有APS/Kapton聚醯亞胺塗層的玻璃瓶曝露於300℃12小時之後在玻璃瓶對玻璃瓶夾具中在不同的施加負載下磨損多次之摩擦係數的圖；

【0041】 第22圖依據本文所圖示與描述的一或多個實施例含有報告在塗覆有APS塗層的玻璃瓶曝露於300℃12小時之後在玻璃瓶對玻璃瓶夾具中在不同的施加負載下磨損多次之摩擦係數的圖；

【0042】 第23圖依據本文所圖示與描述的一或多個實施例含有報告塗覆有Kapton聚醯亞胺塗層的蕭特類型1B玻璃瓶在玻璃瓶對玻璃瓶夾具中在不同的施加負載下磨損多次之摩擦係數的圖；

【0043】 第24圖依據本文所圖示與描述的一或多個實施例圖示在凍乾之前和之後塗覆APS/Novastrat® 800的玻璃瓶之摩擦係數；

【0044】 第25圖依據本文所圖示與描述的一或多個實施例圖示在水平壓縮測試中玻璃瓶之損壞機率為施加負載的函數；

【0045】 第26圖依據本文所圖示與描述的一或多個實施例圖示在高壓蒸氣處理（autoclaving）之前和之後塗覆APS/Novastrat® 800的玻璃瓶之摩擦係數；

【0046】 第27圖圖示經塗覆的玻璃容器曝露於不同的溫度條件之摩擦係數和未經塗覆的玻璃容器之摩擦係數；

【0047】 第28圖含有說明如本文所述改變施加於玻璃容器的低摩擦塗層之偶合劑組成造成摩擦係數改變的表；

【0048】 第29圖圖示經塗覆的玻璃容器在去熱原（depyrogenation）之前和之後的摩擦係數、施加力及摩擦力；

【0049】 第30圖圖示經塗覆的玻璃容器在不同的去熱原條件下之摩擦係數、施加力及摩擦力；

【0050】 第31圖依據本文所圖示與描述的一或多個實施例圖示矽烷與基板鍵結的反應步驟之示意圖；

【0051】 第32圖依據本文所圖示與描述的一或多個實施例圖示聚醯亞胺與矽烷鍵結的反應步驟之示意圖；

【0052】 第33圖圖示對於比較實例之初塗覆的玻璃瓶，摩擦係數、刮痕延伸、施加法向力及摩擦力（y座標）為施加刮痕之長度（x座標）的函數；

【0053】 第34圖圖示對於比較實例之經熱處理的玻璃瓶，摩擦係數、刮痕延伸、施加法向力及摩擦力（y座標）為施加刮痕之長度（x座標）的函數；

【0054】 第35圖圖示對於比較實例之初塗覆的玻璃瓶，摩擦係數、刮痕延伸、施加法向力及摩擦力（y座標）為施加刮痕之長度（x座標）的函數；

【0055】 第36圖圖示對於比較實例之經熱處理的玻璃瓶，摩擦係數、刮痕延伸、施加法向力及摩擦力（y座標）為施加刮痕之長度（x座標）的函數；

【0056】 第37圖依據本文所圖示與描述的一或多個實施例圖示在去熱原之前和之後經塗覆的玻璃容器之摩擦係數、施加力及摩擦力；

【0057】 第38圖依據本文所圖示與描述的一或多個實施例圖示在玻璃瓶之水平壓縮測試中損壞機率為施加負載的函數；

【0058】 第39圖依據本文所圖示與描述的一或多個實施例圖示在去熱原之前和之後經塗覆的玻璃容器之摩擦係數、施加力及摩擦力；

【0059】 第40圖依據本文所圖示與描述的一或多個實施例圖示改變熱處理時間之後的摩擦係數；

【0060】 第41圖依據本文所圖示與描述的一或多個實施例圖示在去熱原之前和之後經塗覆的玻璃容器之摩擦係數、施加力及摩擦力；

【0061】 第42圖依據本文所圖示與描述的一或多個實施例圖示在玻璃瓶之水平壓縮測試中損壞機率為施加負載的函數；

【0062】 第43圖依據本文所圖示與描述的一或多個實施例圖示塗層之掃描電子顯微鏡影像；

【0063】 第44圖依據本文所圖示與描述的一或多個實施例圖示塗層之掃描電子顯微鏡影像；

【0064】 第45圖依據本文所圖示與描述的一或多個實施例圖示塗層之掃描電子顯微鏡影像；

【0065】 第46圖依據本文所圖示與描述的一或多個實施例圖示經塗覆的玻璃瓶與未經塗覆的玻璃瓶在400-700 nm的可見光光譜量測之光穿透率數據。

【實施方式】

【0066】 現在將詳細說明低摩擦塗層、具有低摩擦塗層的玻璃物件及製造該低摩擦塗層、該具有低摩擦塗層的玻璃物件的方法之各種實施例，該等實施例之實例係示意性繪示於圖式中。這種經塗覆的玻璃物件可以是適用於各種包裝應用的玻璃容器，包括但不限於藥物包裝。這些藥物包裝可能會或可能不會含有藥物組合物。將在本文中進一步具體參照附圖來詳細說明低摩擦塗層、具有低摩擦塗層

的玻璃物件及形成該低摩擦塗層、該具有低摩擦塗層的玻璃物件的方法之各種實施例。雖然本文中描述的低摩擦塗層之實施例可被應用於玻璃容器的外表面，但應瞭解的是，低摩擦塗層可以用來作為各式各樣的材料上的塗層，該材料包括非玻璃材料，而且低摩擦塗層可以用來作為除了容器以外的基板上的塗層，該基板包括但不限於玻璃顯示面板及類似者。

【0067】 一般來說，可將低摩擦塗層施加在玻璃物件的表面上，該玻璃物件例如可被用來作為藥物包裝的容器。低摩擦塗層可對經塗覆的玻璃物件提供有利的性質，如降低的摩擦係數及提高的損傷抗性。降低的摩擦係數可以藉由減輕對玻璃的摩擦損傷來賦予該玻璃物件改良的強度與耐久性。另外，低摩擦塗層可以在曝露於升溫和其他條件（例如在藥物包裝中使用的包裝和包裝前步驟（如去熱原、高壓蒸氣處理及類似者）的過程中所經歷的那些）之後保持上述改良的強度和耐久性特性。因此，低摩擦塗層和具有低摩擦塗層的玻璃物件是熱穩定的。

【0068】 低摩擦塗層通常可以包含偶合劑（如矽烷）以及聚合物化學組合物（如聚醯亞胺）。在一些實施例中，該偶合劑可以位在偶合劑層中，該偶合劑層係位於玻璃物件的表面上，並且該聚合物化學組合物可位在聚合物層中，該聚合物層係位於該偶合劑層上。在其他的實施例中，可以將該偶合劑與該聚合物化學組合物混合在單一層中。

【0069】 第1圖示意性繪示經塗覆的玻璃物件（具體來說為經塗覆的玻璃容器100）之剖面圖。經塗覆的玻璃容器100包含玻璃本體102及低摩擦塗層120。玻璃本體102具有玻璃容器壁104，玻璃容器壁104延伸於外部表面108（即第一表面）與內部表面110（即第二表面）之間。玻璃容器壁104之內部表面110界定經塗覆的玻璃容器100之內部容積106。低摩擦塗層120係位於玻璃本體102之至少一部分外部表面108上。在一些實施例中，低摩擦塗層120可以大致上位於玻璃本體102的整個外部表面108上。低摩擦塗層120具有外表面122及玻璃本體接觸表面124，玻璃本體接觸表面124位在玻璃本體102與低摩擦塗層120的界面。低摩擦塗層120可在外部表面108與玻璃本體102黏合。

【0070】 在一個實施例中，經塗覆的玻璃容器100為藥物包裝。例如，玻璃本體102可以具有玻璃瓶、安瓿、安瓿、瓶、燒瓶、小玻璃瓶、燒杯、桶、玻璃水瓶、缸、注射器本體或類似者的形狀。經塗覆的玻璃容器100可用於容納任何組合物，而且在一個實施例中，經塗覆的玻璃容器100可用於容納藥物組合物。藥物組合物可以包括任何的化學物質，該等化學物質係意圖用於醫療診斷、治療、處理或疾病預防。藥物組合物的實例包括但不限於內服藥、藥品、藥物治療、藥劑、補救措施及類似者。藥物組合物可以處於液體、固體、凝膠、懸浮液、粉末或類似者的形式。

【0071】 現在參照第1圖和第2圖，在一個實施例中，低摩擦塗層120包含雙層結構。第2圖圖示經塗覆的玻璃容器100之剖面，其中低摩擦塗層包含聚合物層170和偶合劑層180。聚合物化學組合物可以被包含在聚合物層170中，而且偶合劑180可以被包含在偶合劑層180中。偶合劑層180可以與玻璃容器壁104的外部表面108直接接觸。聚合物層170可以與偶合劑層180直接接觸，並且聚合物層170可以形成低摩擦塗層120的外表面122。在一些實施例中，偶合劑層180被黏合到玻璃壁104，並且聚合物層170在界面174處被黏合到偶合劑層180。然而，應瞭解到，在一些實施例中，低摩擦塗層120可能不包括偶合劑，而且該聚合物化學組合物可以位在聚合物層170中，聚合物層170與玻璃容器壁104之外部表面108直接接觸。在另一個實施例中，可以將該聚合物化學組合物和偶合劑大致混合於單一層中。在一些其他的實施例中，該聚合物層可以位在偶合劑層上方，這意味著聚合物層170係相對於偶合劑層180位於玻璃壁104的更外層。如本文所使用的，第一層位於第二層的「上方」意指第一層可以與第二層直接接觸或與第二層分離，例如有第三層位在第一層和第二層之間。

【0072】 現在參照第3圖，在一個實施例中，低摩擦塗層120可以進一步包括界面層190，界面層190位於偶合劑層180和聚合物層170之間。界面層190可以包含聚合物層170之一或多種化學組合物，該等化學組合物與偶合

劑層 180 中的一或多種化學組合物結合。在本實施例中，偶合劑層和聚合物層的界面形成界面層 190，其中鍵結發生在聚合物化學組合物與偶合劑之間。然而，應瞭解到，在一些實施例中，在偶合劑層 180 和聚合物層 170 的界面處可能沒有明顯的層，其中聚合物和偶合劑係彼此形成化學鍵結，如以上參照第 2 圖所述。

【0073】 施加到玻璃主體 102 的低摩擦塗層 120 可具有小於約 100 μm 或甚至小於或等於約 1 μm 的厚度。在一些實施例中，低摩擦塗層 120 的厚度可以小於或等於約 100 nm 厚。在其他實施例中，低摩擦塗層 120 可以小於約 90 奈米 (nm) 厚、低摩擦塗層 120 可以小於約 80 nm 厚、低摩擦塗層 120 可以小於約 70 nm 厚、低摩擦塗層 120 可以小於約 60 nm 厚、低摩擦塗層 120 可以小於約 50 nm 或甚至低摩擦塗層 120 可以小於約 25 nm 厚。在一些實施例中，低摩擦塗層 120 在整個玻璃主體 102 上方的厚度可能是不均勻的。舉例來說，由於使玻璃主體 102 與一或多個形成低摩擦塗層 120 的塗覆溶液接觸的製程，經塗覆的玻璃容器 100 可以在某些區域具有較厚的低摩擦塗層 120。在一些實施例中，低摩擦塗層 120 可以具有不均勻的厚度。舉例來說，塗層的厚度可以在經塗覆的玻璃容器 100 的不同區域改變，這可以在選定的區域中促進保護。

【0074】 在包括至少兩個層的實施例中，例如聚合物層 170、界面層 190 及 / 或偶合劑層 180 中，每一層的厚度

可以小於約 100 μm 或甚至小於或等於約 1 μm 。在一些實施例中，各層的厚度可以小於或等於約 100 nm。在其他實施例中，每一層可以都小於約 90 nm 厚、每一層可以都小於約 80 nm 厚、每一層可以都小於約 70 nm 厚、每一層可以都小於約 60 nm 厚、每一層可以都小於約 50 nm 或甚至每一層可以都小於約 25 nm 厚。

【0075】 如本文所指出的，在一些實施例中，低摩擦塗層 120 包含偶合劑。該偶合劑可以改善聚合物化學組合物對玻璃本體 102 的黏附或黏合，而且該偶合劑通常是位於玻璃主體 102 與該聚合物化學組合物之間或是與該聚合物化學組合物混合。本文中所使用的黏附性是指對經塗覆的玻璃容器施加處理（例如熱處理）之前或之後低摩擦塗層的黏附或黏合強度。熱處理包括但不限於高壓蒸氣處理、去熱原、凍乾或類似者。

【0076】 在一個實施例中，偶合劑可以包含至少一矽烷化學組合物。如本文所用，「矽烷」化學組合物是任何包含矽烷部分的化學組合物，包括功能性的有機矽烷以及由溶於水溶液的矽烷形成的矽烷醇。偶合劑的矽烷化學組合物可以是芳族或脂族的。在一些實施例中，該至少一矽烷化學組合物可以包含胺部分，如一級胺部分或二級胺部分。此外，偶合劑可以包含這種矽烷的水解物及/或寡聚物，如從該一或多個矽烷化學組合物形成的一或多個矽倍半氧烷化學組合物。該矽倍半氧烷化學組合物可以具有完整的籠狀結構、部分的籠狀結構或無籠狀結構。

【0077】 偶合劑可以包含任何數量的不同化學組合物，如一種化學組合物、兩種不同的化學組合物或兩種以上不同的化學組合物，該化學組合物包括從一個以上的單體化學組合物形成的寡聚物。在一個實施例中，偶合劑可以包含（1）第一矽烷化學組合物、第一矽烷化學組合物之水解物或第一矽烷化學組合物之寡聚物，以及（2）由至少該第一矽烷化學組合物與第二矽烷化學組合物的寡聚作用形成的化學組合物中之至少一種。在另一個實施例中，該偶合劑包含第一和第二矽烷。如本文中所用，「第一」矽烷化學組合物與「第二」矽烷化學組合物為具有不同化學組合物的矽烷。該第一矽烷化學組合物可以是芳族或脂族的化學組合物、可以選擇性地包含胺部分、而且可以選擇性地為烷氧基矽烷。類似地，該第二矽烷化學組合物可以是芳族或脂族的化學組合物、可以選擇性地包含胺部分、而且可以選擇性地為烷氧基矽烷。

【0078】 舉例來說，在一個實施例中，只有施加一種矽烷化學組合物作為偶合劑。在這樣的一個實施例中，該偶合劑可以包含矽烷化學組合物、該矽烷化學組合物之水解物或該矽烷化學組合物之寡聚物。

【0079】 在另一個實施例中，可以施加多個矽烷化學組合物作為偶合劑。在這樣的一個實施例中，該偶合劑可以包含（1）第一矽烷化學組合物和第二矽烷化學組合物之混合物，以及（2）由至少該第一矽烷化學組合物和該第

二矽烷化學組合物之寡聚作用形成的化學組合物中之至少一者。

【0080】 參照以上描述的實施例，該第一矽烷化學組合物、第二矽烷化學組合物或兩者皆可以是芳族的化學組合物。如本文所用，芳族的化學組合物含有一或多個苯系物和相關的有機部分之六碳環特徵。芳族矽烷化學組合物可以是烷氧基矽烷，諸如但不限於二烷氧基矽烷化學組合物、二烷氧基矽烷化學組合物之水解物或二烷氧基矽烷化學組合物之寡聚物，或三烷氧基矽烷化學組合物、三烷氧基矽烷化學組合物之水解物或三烷氧基矽烷化學組合物之寡聚物。在一些實施例中，該芳族矽烷可以包含胺部分，並且可以是含有胺部分的烷氧基矽烷。在另一個實施例中，該芳族矽烷化學組合物可以是芳族烷氧基矽烷化學組合物、芳族鹵氧基矽烷化學組合物、芳族鹵矽烷化學組合物或芳族氨基矽烷化學組合物。在另一個實施例中，該芳族矽烷化學組合物可以選自於由氨基苯基、3-(間-氨基苯氧基)丙基、N-苯基氨基丙基或(氯甲基)苯基取代的烷氧基、鹵氧基、鹵素或氨基矽烷所組成之群組。舉例來說，該芳族烷氧基矽烷可以是（但並不限於）氨基苯基三甲氧基矽烷（在本文中有時稱為「A P h T M S」）、氨基苯基二甲氧基矽烷、氨基苯基三乙氧基矽烷、氨基苯基二乙氧基矽烷、3-(間-氨基苯氧基)丙基三甲氧基矽烷、3-(間-氨基苯氧基)丙基二甲氧基矽烷、3-(間-氨基苯氧基)丙基三乙氧基矽烷、3-(間-氨基苯氧基)丙基二乙氧

基矽烷、N-苯基氨基丙基三甲氧基矽烷、N-苯基氨基丙基二甲氧基矽烷、N-苯基氨基丙基三乙氧基矽烷、N-苯基氨基丙基二乙氧基矽烷、上述物質之水解物或上述物質之寡聚化學組合物。在一個示例性實施例中，該芳族矽烷化學組合物可以是氨基苯基三甲氧基矽烷。

【0081】 再次參照以上描述的實施例，該第一矽烷化學組合物、第二矽烷化學組合物或兩者皆可以是脂族的化學組合物。如本文所用，脂族的化學組合物係非芳族的，如具有開鏈結構的化學組合物，諸如（但不限於）烷烴、烯烴及炔烴。舉例來說，在一些實施例中，該偶合劑可以包含為烷氧基矽烷的化學組合物，而且該烷氧基矽烷可以是脂族的烷氧基矽烷，諸如（但不限於）二烷氧基矽烷化學組合物、該二烷氧基矽烷化學組合物之水解物或該二烷氧基矽烷化學組合物之寡聚物，或三烷氧基矽烷化學組合物、該三烷氧基矽烷化學組合物之水解物或該三烷氧基矽烷化學組合物之寡聚物。在一些實施例中，該脂族矽烷可以包含胺部分，而且該脂族矽烷可以是包含胺部分的烷氧基矽烷，諸如氨基烷基三烷氧基矽烷。在一個實施例中，脂族矽烷化學組合物可以選自於由3-氨基丙基、N-(2-氨基乙基)-3-氨基丙基、乙烯基、甲基、N-苯基氨基丙基、(N-苯基氨基)甲基、N-(2-乙烯基苄基氨基乙基)-3-氨基丙基取代的烷氧基、醯氧基、鹵素或氨基矽烷、上述物質之水解物或上述物質之寡聚物所組成之群組。氨基烷基三烷氧基矽烷包括（但不限於）3-氨基丙基三甲氧基

矽烷（在本文中有時稱為「GAPS」）、3-氨基丙基二甲氧基矽烷、3-氨基丙基三乙氧基矽烷、3-氨基丙基二乙氧基矽烷、N-(2-氨基乙基)-3-氨基丙基三甲氧基矽烷、N-(2-氨基乙基)-3-氨基丙基二甲氧基矽烷、N-(2-氨基乙基)-3-氨基丙基三乙氧基矽烷、N-(2-氨基乙基)-3-氨基丙基二乙氧基矽烷、上述物質之水解物及上述物質之寡聚化學組合物。在其他的實施例中，脂族的烷氧基矽烷化學組合物可能不含胺部分，諸如烷基三烷氧基矽烷或烷基雙烷氧基矽烷。這樣的烷基三烷氧基矽烷或烷基雙烷氧基矽烷包括（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、上述物質之水解物或上述物質之寡聚化學組合物。在一示例性實施例中，該脂族矽烷化學組合物為3-氨基丙基三甲氧基矽烷。

【0082】 已經發現到，從不同化學組合物的組合（特別是矽烷化學組合物的組合）形成的偶合劑可以改良低摩擦塗層120的熱穩定性。舉例來說，已經發現到，芳族矽烷和脂族矽烷的組合（如上述的那些組合）改良了低摩擦塗層的熱穩定性，從而產出可在升溫下的熱處理之後仍維持自身機械性質（如摩擦係數與黏附性能）的塗層。因此，在一個實施例中，該偶合劑包含脂族和芳族矽烷的組合。在這些實施例中，脂族矽烷與芳族矽烷（脂族：芳族）的比例可以從約1：3至約1：0.2。假使該偶合劑包含兩種

或更多種的化學組合物，諸如至少一種脂族矽烷和芳族矽烷，則該二種化學組合物的重量比可以是任何的比率，如第一矽烷化學組合物與第二矽烷化學組合物（第一矽烷：第二矽烷）的重量比為約 0.1 : 1 至約 10 : 1。舉例來說，在一些實施例中，該比率可以從 0.5 : 1 至約 2 : 1，如 2 : 1、1 : 1、0.5 : 1。在一些實施例中，該偶合劑可以包含多個脂族矽烷及 / 或多個芳族矽烷的組合，該等組合可在一或多個步驟中被施加到玻璃容器中，而且該等組合可以具有或不具有有機或無機填充物。在一些實施例中，該偶合劑包含寡聚物，例如由脂族和芳族矽烷兩者形成的矽倍半氧烷。

【0083】 在一示例性實施例中，該第一矽烷化學組合物為芳族矽烷化學組合物，並且該第二矽烷化學組合物為脂族矽烷化學組合物。在一個示例性實施例中，該第一矽烷化學組合物為包含至少一胺部分的芳族烷氧基矽烷化學組合物，而且該第二矽烷化學組合物為包括至少一胺部分的脂族烷氧基矽烷化學組合物。在另一個示例性實施例中，該偶合劑包含一或多種化學組合物之寡聚物，其中該寡聚物為倍半矽氧烷化學組合物，而且該矽烷化學組合物中之至少一者包含至少一芳族部分和至少一胺部分。在一個特定的示例性實施例中，該第一矽烷化學組合物為氨基苯基三甲氧基矽烷，並且該第二矽烷化學組合物為 3-氨基丙基三甲氧基矽烷。芳族矽烷與脂族矽烷的比例可以為約 1 : 1。在另一個特定的示例性實施例中，該偶合劑包

含由氨基苯基三甲氧基和3-氨基丙基三甲氧基形成的寡聚物。在另一個實施例中，該偶合劑可以包含氨基苯基三甲氧基與3-氨基丙基三甲氧基的混合物以及由氨基苯基三甲氧基與3-氨基丙基三甲氧基形成的寡聚物兩者。

【0084】 在另一個實施例中，該偶合劑可以包含為氨基烷基矽倍半氧烷的化學組合物。在一個實施例中，該偶合劑包含氨基丙基矽倍半氧烷（APS）寡聚物（向Gelest公司購得之水溶液）。

【0085】 在一個實施例中，該芳族矽烷化學組合物為氯矽烷化學組合物。

【0086】 在另一個實施例中，該偶合劑包含的化學組合物可以是氨基烷氧基矽烷的水解類似物，諸如（但不限於）（3-氨基丙基）矽烷三醇、N-（2-氨基乙基）-3-氨基丙基-矽烷三醇及/或上述物質之混合物。

【0087】 在另一個實施例中，該偶合劑可以是無機材料，諸如金屬及/或陶瓷膜。作為偶合劑使用的適當無機材料之非限制性實例包括鈦酸鹽、鋯酸鹽、錫、鈦及/或上述物質之氧化物。

【0088】 在一個實施例中，藉由浸沒製程與稀釋的偶合劑接觸，而將該偶合劑施加於玻璃主體102的外部表面108。當被施加於玻璃主體102時，該偶合劑也可以混合在溶劑中。在另一個實施例中，可以藉由噴霧或其他適當的工具將該偶合劑施加於玻璃主體102。然後可以在約120℃下乾燥具有偶合劑的玻璃主體102持續約15分

鐘，或者該時間和溫度可以是任何足以充分地釋放玻璃容器壁 104 之外部表面 108 上存在的水及 / 或其他有機溶劑者。

【0089】 參照第 2 圖，在一個實施例中，該偶合劑係位於玻璃容器上作為偶合劑層 180，而且該偶合劑係以溶液的形式被施加，該溶液包含約 0.5 重量 % 的第一矽烷和約 0.5 重量 % 的第二矽烷（總共 1 重量 % 的矽烷），該第一矽烷和第二矽烷與水和有機溶劑中之至少一者混合，該有機溶劑例如（但不限於）甲醇。然而，應瞭解的是，該溶液中全部的矽烷濃度可以大於或小於約 1 重量 %，諸如從約 0.1 重量 % 至約 10 重量 %、從約 0.3 重量 % 至約 5.0 重量 % 或從約 0.5 重量 % 至約 2.0 重量 %。舉例來說，在一個實施例中，有機溶劑與水（有機溶劑：水）的重量比可以從約 90：10 至約 10：90，並且在一個實施例中，可為約 75：25。矽烷與溶劑的重量比可能會影響偶合劑層的厚度，其中偶合劑溶液中矽烷化學組合物的比例增加可能會增加偶合劑層 180 的厚度。然而，應瞭解的是，還有其他可能會影響偶合劑層 180 厚度的變數，例如（但不限於）浸塗製程的具體細節，諸如從浴中取出的速度。舉例來說，較快的提取速度可以形成較薄的偶合劑層 180。

【0090】 在另一個實施例中，偶合劑層 180 可以作為溶液被施加，該溶液包含 0.1 體積 % 市售可得的氨基丙基矽倍半氧烷寡聚物。也可以使用其他濃度的偶合劑層溶液，

包括（但不限於）0.01-10.0體積%的氨基丙基矽倍半氧烷寡聚物溶液。

【0091】 如本文所指出的，低摩擦塗層還包括聚合物化學組合物。該聚合物化學組合物可以是熱穩定的聚合物或聚合物混合物，諸如（但不限於）含有或不含有機或無機填充物的聚醯亞胺、聚苯併咪唑、聚砜、聚醚醚酮、聚醚醯亞胺、聚醯胺、聚苯、聚苯併噻唑、聚苯併噁唑、聚雙噻唑及多芳族雜環聚合物。該聚合物化學組合物可以由其他熱穩定的聚合物形成，諸如在200℃至400℃範圍中的溫度（包括250℃、300℃及350℃）下不降解的聚合物，施加的這些聚合物可以含有或不含偶合劑。

【0092】 在一個實施例中，該聚合物化學組合物為聚醯亞胺化學組合物。假使低摩擦塗層120包含聚醯亞胺，則該聚醯亞胺組合物可以衍生自聚醯胺酸，聚醯胺酸係在溶液中藉由單體的聚合而形成。這樣的一種聚醯胺酸為Novastrat® 800（購自NeXolve）。固化步驟將聚醯胺酸醯亞胺化而形成聚醯亞胺。聚醯胺酸可以由二胺單體（如二胺）與酞單體（如二酞）反應而形成。本文所使用的聚醯亞胺單體被描述為二胺單體和二酞單體。然而，應瞭解的是，雖然二胺單體包含兩個胺部分，但是在以下的說明中，任何包含至少兩個胺部分的單體皆適合作為二胺單體。同樣地，應瞭解的是，雖然二酞單體包含兩個酞部分，但是在以下的描述中，任何包含至少兩個酞部分的單體皆適合作為二酞單體。酞單體的酞部分與二胺單體的胺

部分之間的反應形成了聚醯胺酸。因此，如本文中所使用的，由特定的單體之聚合作用形成的聚醯亞胺化學組合物係指在聚醯胺酸的醯亞胺化之後形成的聚醯亞胺，該聚醯胺酸係由該等特定的單體所形成。一般來說，總酐單體與二胺單體的莫耳比可以是約 1 : 1。雖然聚醯亞胺可以僅由兩個不同的化學組合物（一種酐單體和一種二胺單體）形成，但是其中至少一個酐單體可以被聚合並且至少一種二胺單體可以被聚合，以形成聚醯亞胺。舉例來說，一種酐單體可以與兩種不同的二胺單體聚合。也可以使用任何數量的單體物種組合。此外，一種酐單體與不同的酐單體之比例，或一或多種二胺單體與不同的二胺單體之比例可以是任何的比率，例如在約 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 1 : 9。

【0093】 與二胺單體一起形成聚醯亞胺的酐單體可以包含任何的酐單體。在一個實施例中，該酐單體包含二苯基酮（*benzophenone*）結構。在一示例性實施例中，二苯基酮-3,3',4,4'-四羧酸二酐可以是形成聚醯亞胺的酐單體中之至少一者。在其他的實施例中，該二胺單體可以具有蒽結構、菲結構、芘結構或稠五苯（*pentacene*）結構，其中包括上述二酐之經取代變體。

【0094】 與酐單體一起形成聚醯亞胺的二胺單體可以包含任何的二胺單體。在一個實施例中，該二胺單體包含至少一芳環部分。第 4 圖和第 5 圖圖示二胺單體之實例，

該二胺單體可與一或多個選擇的酞單體一起形成包含該聚合物化學組合物的聚醯亞胺。該二胺單體可以具有一或多個將兩個芳環部分連接在一起的碳分子，如第5圖所圖示，其中第5圖之R對應包含一或多個碳原子的烷基部分。或者，該二胺單體可以具有兩個直接連接的芳環部分，且未被至少一個碳分子分離，如第4圖所圖示。二胺單體可以具有一或多個烷基部分，如第4圖和第5圖中以R'和R''表示的。舉例來說，在第4圖和第5圖中，R'和R'' “可以表示與一或多個芳環部分連接的烷基部分，諸如甲基、乙基、丙基或丁基部分。例如，該二胺單體可以具有兩個芳環部分，其中每個芳環部分具有與該芳環部分連接的烷基部分，並且該烷基部分與連接到該芳環部分的胺部分相鄰。應瞭解的是，在第4圖和第5圖中的R'和R'' “可以是相同的化學部分，或者可以是不同的化學部分。或者，在第4圖和第5圖中的R'及/或R'' “可以表示完全沒有原子。

【0095】 二胺單體的兩種不同化學組合物可以形成聚醯亞胺。在一個實施例中，第一二胺單體包含兩個直接連接而且未被連結的碳分子分離的芳環部分，並且第二二胺單體包含兩個以至少一碳分子連接的芳環部分，該至少一碳分子係連接該二個芳環部分。在一個示例性實施例中，該第一二胺單體、該第二二胺單體及該酞單體的莫耳比（第一二胺單體：第二二胺單體：酞單體）為約0.465：0.035：0.5。然而，該第一二胺單體與該第二二胺單體

的比例可以在約 0.01 : 0.49 至約 0.40 : 0.10 的範圍內變化，而酞單體的比例則保持在約 0.5。

【0096】 在一個實施例中，聚醯亞胺組合物係由至少一個第一二胺單體、第二二胺單體及酞單體的聚合作用所形成，其中該第一和第二二胺單體是不同的化學組合物。在一個實施例中，該酞單體為二苯基酮，該第一二胺單體包含兩個直接鍵結在一起的芳環，而且該第二二胺單體包含兩個以至少一個碳分子鍵結在一起的芳環，該碳分子係連接該第一與第二芳環。該第一二胺單體、該第二二胺單體及該酞單體的莫耳比（第一二胺單體：第二二胺單體：酞單體）可以為約 0.465 : 0.035 : 0.5。

【0097】 在一個示例性實施例中，該第一二胺單體為鄰-聯甲苯胺，該第二二胺單體為 4,4'-亞甲基-雙(2-甲基苯胺)，以及該酞單體為二苯基酮-3,3',4,4'-四羧酸二酐。該第一二胺單體、該第二二胺單體及該酞單體的莫耳比（第一二胺單體：第二二胺單體：酞單體）可以為約 0.465 : 0.035 : 0.5。

【0098】 在一些實施例中，該聚醯亞胺可以由以下之一或多者的聚合作用所形成：雙環[2.2.1]庚烷-2,3,5,6-四羧酸二酐、環戊烷-1,2,3,4-四羧酸 1,2,3,4-二酐、雙環[2.2.2]辛烷-2,3,5,6-四羧酸二酐、4a r H, 8 a c H)-十氫-1 t, 4 t:5 c, 8 c-二甲撐萘-2 t, 3 t, 6 c, 7 c-四羧酸 2,3:6,7-二酐、2 c, 3 c, 6 c, 7 c-四羧酸 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-呋喃基)-3-甲基-3-環己烯-1,2-二羧酸酐、雙(氨基甲基)雙環[2.2.1]庚烷之異構物或4,4'-亞甲基雙(2-甲基環己胺)、焦蜜石酸二酐(Pyromellitic dianhydride, 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'-氧代雙鄰苯二甲酸酐(4,4'-ODPA)、1,4-雙(3,4-二羧基-苯氧基)苯二酐(4,4'-HQDPA)、1,3-雙(2,3-二羧基-苯氧基)苯二酐(3,3'-HQDPA)、4,4'-雙(3,4-二羧基苯氧基苯基)-異亞丙基二酐(4,4'-BPADA)、4,4'-(2,2,2-三氟-1-五氟苯基亞乙基)二鄰苯二甲酸二酐(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-氨基苯氧基)苯(1,4,4-APB)、3,3'-(間亞苯基雙(氧基))二苯胺(APB)、4,4'-二氨基-3,3'-二甲基二苯基甲烷(DMMDA)、2,2'-雙(4-(4-氨基苯氧基)苯基)丙烷(BAPP)、1,4-環己二胺2,2'-雙[4-(4-氨基-苯氧基)苯基]六氟異亞丙基(4-BDAF)、6-氨基-1-(4'-氨基苯基)-1,3,3-三甲基茛烷(DAPI)、馬來酸酐(MA)、檸康酸酐(CA)、納迪克酸酐(Nadic anhydride, NA)、4-(苯乙炔基)-1,2-苯二羧酸酐(PEPA)、4,4'-二氨基苯甲醯苯胺(DABA)、4,4'-(六氟異亞丙基)二-酞酐(6-FDA)、焦蜜石酸二酐、二苯基酮-3,3',4,4'-

四羧酸二酐、3,3',4,4'-聯苯四羧酸二酐、4,4'-(六氟異亞丙基)二鄰苯二甲酸酐、茈-3,4,9,10-四羧酸二酐、4,4'-氧代二酞酸酐、4,4'-(六氟異亞丙基)二酞酸酐、4,4'-(4,4'-異亞丙基二苯氧基)雙(鄰苯二甲酸酐)、1,4,5,8-萘四羧酸二酐、2,3,6,7-萘四羧酸二酐以及美國專利第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、世界智慧財產權組織公開第2007/016516號、美國專利第2008/0214777號、美國專利第6,444,783號、美國專利第6,277,950號以及美國專利第4,680,373號中描述的那些材料。第6圖描繪一些適用於形成施加於玻璃主體102的聚醯亞胺塗層的單體之化學結構。在另一個實施例中，形成聚醯亞胺的聚醯胺酸溶液可以包含聚(焦蜜石酸二酐-共聚-4,4'-氧代二苯胺)醯胺酸(可向Aldrich購得)。

【0099】 在另一個實施例中，該聚合物化學組合物可以包含氟聚合物。該氟聚合物可以是共聚物，其中兩種單體皆為高度氟化的。該氟聚合物的某些單體可以是氟乙烯。在一個實施例中，該聚合物化學組合物包含非晶形的氟聚合物，諸如(但不限於)鐵氟龍AF(購自杜邦公司)。在另一個實施例中，該聚合物化學組合物包含全氟烷氧基(PFA)樹脂顆粒，諸如(但不限於)鐵氟龍PFA TE-7224(購自杜邦公司)。

【0100】 在另一個實施例中，該聚合物化學組合物可以包含矽樹脂。該矽樹脂可以是高度分支的3-維聚合物，該3-維聚合物是由分支的、類籠狀的寡聚矽氧烷所形成，且該寡聚矽氧烷具有通式 $R_n Si(X)_m O_y$ ，其中R為非反應性取代基，通常是甲基或苯基，且X為OH或H。雖然不希望被理論所束縛，但是據信樹脂的固化係經由Si-OH部分的縮合反應而發生，並形成Si-O-Si鍵結。該矽樹脂可以具有四種可能的官能性矽氧烷單體單元中之至少一種，該官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 $R_3 SiO$ 的樹脂，D-樹脂係指具有通式 $R_2 SiO_2$ 的樹脂，T-樹脂係指具有通式 $R SiO_3$ 的樹脂，以及Q-樹脂係指具有通式 SiO_4 的樹脂（熔合石英）。在一些實施例中，樹脂係由D和T單元所製成（DT樹脂），或是由M和Q單元所製成（MQ樹脂）。在其他的實施例中，也可以使用其他的組合（MDT、MTQ、QDT）。

【0101】 在一個實施例中，該聚合物化學組合物包含苯甲基矽樹脂，因為苯甲基矽樹脂與甲基矽樹脂或苯基矽樹脂相比具有較高的熱穩定性。在聚合物化學組合物中可以改變矽樹脂中的苯基與甲基部分之比例。在一個實施例中，苯基與甲基的比例為約1.2。在另一個實施例中，苯基與甲基的比例為約0.84。在其他的實施例中，苯基與甲基部分的比例可以為約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，矽樹脂

為 DC 255（購自道康寧公司）。在另一個實施例中，矽樹脂為 DC 806A（購自道康寧公司）。在其他的實施例中，該聚合物化學組合物可以包含任何 DC 系列的樹脂（購自道康寧公司），及 / 或 Hardsil 系列 AP 和 AR 樹脂（購自 Gelest 公司）。可以在不使用偶合劑或使用偶合劑下使用該矽樹脂。

【0102】 在另一個實施例中，該聚合物化學組合物可以包含矽倍半氧烷基聚合物，諸如（但不限於）T-214（購自 Honeywell 公司）、SST-3M01（購自 Gelest 公司）、POSS Imiclear（購自 Hybrid Plastics 公司）以及 FOX-25（購自道康寧公司）。在一個實施例中，該聚合物化學組合物可以包含矽烷醇部分。

【0103】 再次參照第 1 圖和第 2 圖，可以在多階段製程中施加低摩擦塗層 120，其中使玻璃主體 102 與偶合劑溶液接觸，以形成偶合劑層 180（如上該），並乾燥，然後與聚合物化學組合物溶液（如聚合物或聚合物前驅物溶液）接觸，例如藉由浸沒製程，或者可以藉由噴霧或其他適當的工具施加聚合物化學組合物層 170，並乾燥，然後在高溫固化。或者，假使不使用偶合劑層 180，則可以將聚合物層 170 之聚合物化學組合物直接施加到玻璃主體 102 的外部表面 108。在另一個實施例中，聚合物化學組合物與偶合劑可以混合在低摩擦塗層 120 中，並且可以在單個塗覆步驟中將包含聚合物化學組合物和偶合劑的溶液施加到玻璃主體 102。

【0104】 在一個實施例中，該聚合物化學組合物包含聚醯亞胺，其中將聚醯胺酸溶液施加於偶合劑層180上方。在其他的實施例中，可以使用聚醯胺酸衍生物，例如聚醯胺酸鹽、聚醯胺酸酯或類似者。在一個實施例中，聚醯胺酸溶液可以包含1體積%的聚醯胺酸和99體積%的有機溶劑之混合物。該有機溶劑可以包含甲苯與以下物質中之至少一者的混合物：N,N-二甲基乙醯胺(DMAc)、N,N-二甲基甲醯胺(DMF)及1-甲基-2-吡咯啉酮(NMP)溶劑或上述物質之混合物。在一個實施例中，有機溶劑溶液包含約85體積%的DMAc、DMF及NMP中之至少一者，以及約15體積%的甲苯。然而，也可以使用其他適合的有機溶劑。然後可以將經塗覆的玻璃容器100在150℃左右乾燥約20分鐘，或者該時間和溫度可以是任何足以充分釋放低摩擦塗層120中存在的有機溶劑者。

【0105】 在層狀的低摩擦塗層實施例中，在使玻璃主體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之後，可以在高溫固化經塗覆的玻璃容器100。可在300℃下固化經塗覆的玻璃容器100持續約30分鐘或更短的時間，或者可以在高於300℃的溫度下固化，例如在至少320℃、340℃、360℃、380℃或400℃下持續較短的時間。據信，沒有理論的約束，固化步驟藉由羧酸部分與醯胺部分的反應來醯亞胺化聚合物層170中的聚醯胺酸，以形成包含聚醯亞胺的聚合

物層 170。固化也可以促進聚醯亞胺與偶合劑之間的鍵結。然後使經塗覆的玻璃容器 100 冷卻至室溫。

【0106】此外，不受限制所約束，據信偶合劑、聚合物化學組合物或兩者之固化可驅離揮發性材料，例如水和其他有機分子。如此一來，當物件（假使作為容器使用）經熱處理（例如去熱原）或與所包裝的材料（例如藥物）接觸時，這些在固化過程中被釋放的揮發性材料是不存在的。應瞭解的是，本文中描述的固化製程係與本文該其他加熱處理（諸如與醫藥包裝工業中的製程相似或相同的那些加熱處理）不同的加熱處理，例如去熱原或用以界定熱穩定性的加熱處理，如本文所述。

【0107】可以施加低摩擦塗層 120 的玻璃容器可以由各種不同的玻璃組合物形成。可以依據特定的應用來選擇玻璃物件的具體組成，使得玻璃具有所需的物理性質組。

【0108】可以形成玻璃容器的玻璃組合物之熱膨脹係數係在約 $25 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 至 $80 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 之範圍中。舉例來說，在本文所描述的一些實施例中，玻璃主體 102 係由鹼金屬鋁矽酸鹽玻璃組合物所形成，該鹼金屬鋁矽酸鹽玻璃組合物可藉由離子交換強化。這樣的組合物通常包括二氧化矽（ SiO_2 ）、氧化鋁（ Al_2O_3 ）、至少一鹼土金屬氧化物及一或多種鹼金屬氧化物（如氧化鈉（ Na_2O ）及/或氧化鉀（ K_2O ））之組合。在這些實施例中的一些實施例中，該玻璃組合物可以不具有硼和含硼化合物。在一些其他的實施例中，該玻璃組合物可以進一步包含少量的一

或多種額外的氧化物，例如二氧化錫（ SnO_2 ）、二氧化鋯（ ZrO_2 ）、氧化鋅（ ZnO ）、二氧化鈦（ TiO_2 ）、三氧化二砷（ As_2O_3 ）或類似者。這些成分可以作為澄清劑被添加及/或進一步增強該玻璃組合物之化學耐久性。在另一個實施例中，玻璃表面可以包含含有 SnO_2 、 ZrO_2 、 ZnO 、 TiO_2 、 As_2O_3 或類似者的金屬氧化物塗層。

【0109】 在本文描述的一些實施例中，例如藉由離子交換強化來增強玻璃主體102，本文中指稱為「離子交換玻璃」。例如，玻璃主體102可以具有大於或等於約300 MPa或甚至大於或等於約350 MPa的壓縮應力。在一些實施例中，壓縮應力可以在從約300 MPa至約900 MPa的範圍中。然而，應瞭解的是，在一些實施例中，玻璃中的壓縮應力可以小於300 MPa或大於900 MPa。在一些實施例中，玻璃主體102可以具有大於或等於20 μm 的層深。在這些實施例中的一些實施例中，層的深度可以大於50 μm ，或甚至大於或等於75 μm 。在仍其他的實施例中，該層的深度可高達或大於100 μm 。可以在熔融鹽浴中進行離子交換強化，該熔融鹽浴之溫度可以保持在約350°C至約500°C。為了實現所需的壓縮應力，可以將玻璃容器（未經塗覆的）浸入鹽浴中持續小於約30小時或甚至小於約20小時。例如，在一個實施例中，在450°C下將玻璃容器浸入100%的硝酸鉀（ KNO_3 ）鹽浴中持續約8小時。

【0110】 在一個特別的示例性實施例中，玻璃主體102可以由審查中的美國專利申請案序號第13/660894號（2012年10月25日提出申請，標題為「具有改良的化學與機械耐久性之玻璃組合物」，受讓給康寧公司）中描述的離子交換玻璃組合物形成。

【0111】 然而，應瞭解的是，本文所描述的經塗覆的玻璃容器100可以由其他的玻璃組合物形成，該玻璃組合物包括（但不限於）離子交換的玻璃組合物和非離子交換的玻璃組合物。例如，在一些實施例中，該玻璃容器可以由類型1B的玻璃組合物形成，例如蕭特類型1B（Schott Type 1B）的鋁矽酸鹽玻璃。

【0112】 在本文描述的一些實施例中，玻璃物件可以由符合例如USP（美國藥典）、EP（歐洲藥典）及JP（日本藥典）等管理機構基於耐水解性所描述的醫藥用玻璃標準的玻璃組合物形成。根據USP 660和EP 7，硼矽酸鹽玻璃符合類型I標準且習慣上可用於非口服包裝。硼矽酸鹽玻璃的實例包括（但不限於）Corning® Pyrex® 7740、7800及Wheaton 180、200及400、Schott Duran、Schott Fiolax、KIMAX® N-51A、Gerresheimer GX-51 Flint及其他。鈉鈣玻璃符合類型III標準，並可用於乾燥粉末的包裝，該乾燥粉末後續進行溶解，以製作溶液或緩衝液。類型III玻璃也適用於包裝經證明對鹼金屬不敏感的液體配方。類型III鈉鈣玻璃之實例包括Wheaton 800和900。去鹼金屬的鈉鈣

玻璃具有較高水準的氫氧化鈉和氧化鈣，並符合類型II標準。這些玻璃比類型I玻璃更無法抵抗濾出，但比類型III玻璃更可抵抗濾出。可以將類型II玻璃使用於在保質期間將pH維持在低於7的產品。實例包括經硫酸銨處理的鈉鈣玻璃。這些醫藥用玻璃具有不同的化學組合物，並且具有在 $20-85 \times 10^{-7} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ 範圍中的線性熱膨脹係數（CTE）。

【0113】 當本文所述的該經塗覆的玻璃物件為玻璃容器時，經塗覆的玻璃容器100之玻璃主體102可以採用各種不同的形式。舉例來說，本文中描述的玻璃主體可用於形成經塗覆的玻璃容器100，如玻璃瓶、安瓿、墨盒、注射器主體及/或任何其他玻璃容器，用於儲存醫藥組合物。此外，在塗覆之前可以使用化學強化玻璃容器的能力來進一步改良玻璃容器的機械耐久性。因此，應瞭解的是，在至少一個實施例中，可以在施加低摩擦塗層之前以離子交換強化玻璃容器。或者，在塗覆之前可以使用其他的強化方法來強化玻璃，諸如熱回火、火焰拋光及層疊，如美國專利第7,201,965號中所描述的。

【0114】 在一個實施例中，該偶合劑包含矽烷化學組合物，如烷氧基矽烷，該矽烷化學組合物可以改良聚合物化學組合物對玻璃主體的黏附性。不受理論的約束，據信烷氧基矽烷分子在水中可迅速水解而形成孤立的單體、環狀寡聚物及大的分子內環。在各種實施例中，物種主導的控制可以由矽烷的類型、濃度、pH值、溫度、儲存條件及

時間來決定。例如，在水溶液中低濃度的氨基丙基三烷氧基矽烷（APS）可以是穩定的，並形成三矽烷醇單體及非常低分子量的寡聚環。

【0115】 據信（仍然沒有理論的約束），該一或多種矽烷化學組合物與玻璃主體的反應可能涉及多個步驟。如第31圖所圖示，在一些實施例中，在矽烷化學組合物水解之後，可以形成反應性的矽烷醇部分，該矽烷醇部分可以與其他的矽烷醇部分縮合，例如在基板表面上的那些，如玻璃主體。在第一和第二可水解部分被水解之後，可以起始縮合反應。在一些實施例中，可以藉由使用新鮮的溶液、醇類溶劑、稀釋以及藉由小心選擇pH值的範圍來控制自縮合的傾向。舉例來說，矽烷三醇在pH為3-6時最穩定，但在pH為7-9.3時可迅速縮合，而且矽烷醇單體部分縮合可以產生矽倍半氧烷。如第31圖所圖示，形成的物種之矽烷醇部分可以與基板上的矽烷醇部分形成氫鍵，並且在乾燥或固化的過程中可以去除水而與基板形成共價鍵。例如，溫和的固化週期（110℃，持續15分鐘）可能會留下仍處於游離形式的矽烷醇部分，而且連同任何的矽烷有機功能性基團，該矽烷醇部分可與隨後的頂塗層鍵結，而提供改良的黏附性。

【0116】 在一些實施例中，該偶合劑之一或多種矽烷化學組合物可以包含胺部分。仍然不受理論的約束，據信此胺部分可在水解與共縮合聚合作用中作為鹼催化劑，並增強具有胺部分的矽烷在玻璃表面上的吸附率。也可以在水

溶液中形成高的 pH 值（9.0 - 10.0），以使玻璃表面處於良好的狀態，並提高表面矽烷醇部分的密度。與水和質子性溶劑的強交互作用可以保持具有胺部分化學組合物的矽烷（如 APS）之溶解性和穩定性。

【0117】 在一個示例性實施例中，玻璃主體可以包含離子交換玻璃，並且偶合劑可以是矽烷。在一些實施例中，低摩擦塗層對離子交換玻璃主體的黏附性可以比低摩擦塗層對非離子交換玻璃主體的黏附性更強。不受理論的約束下，據信與非離子交換玻璃相比，離子交換玻璃的幾個態樣中任一者皆可促進鍵結及/或黏附。首先，離子交換玻璃可以具有增強的化學/水解穩定性，而可能會影響偶合劑及/或偶合劑對玻璃表面的黏附到之穩定性。非離子交換玻璃通常具有較差的水解穩定性，而且在潮濕及/或升溫的條件下，鹼金屬會遷移出玻璃主體而到達玻璃表面與偶合劑層（如果存在的話）的界面，或甚至遷移到偶合劑層（如果存在的話）。假使鹼金屬遷移，如上所述，並且 pH 值有所改變，則在玻璃/偶合劑層界面或在偶合劑層本身中 Si-O-Si 鍵的水解可能會削弱偶合劑的機械性質或是偶合劑對玻璃的黏附性。其次，當離子交換玻璃曝露於強氧化劑浴（如亞硝酸鉀浴）時，在升溫下，如 400 °C 至 450 °C，並移出，玻璃表面上的有機化學組合物會被移出，使得離子交換玻璃特別適用於矽烷偶合劑而不需進一步清洗。舉例來說，非離子交換玻璃可能必須曝露於另外的表面清洗處理，而使製程增加了時間和費用。

【0118】 在一個示例性實施例中，偶合劑可以包含至少一種含有胺部分的矽烷，並且聚合物化學組合物可以包含聚醯亞胺化學組合物。現在參照第32圖，不受理論的約束，據信此胺部分交互作用與聚醯亞胺之聚醯胺酸前驅物之間的交互作用會遵循逐步的製程。如第32圖所圖示，第一步驟是在聚醯胺酸的羧基部分與胺部分之間形成聚醯胺酸鹽。第二步驟是該鹽熱轉化成醯胺部分。第三步驟是該醯胺部分進一步轉化成醯亞胺部分，且聚合物醯胺鍵斷裂。結果是縮短的聚合物鏈（聚醯亞胺鏈）共價地醯亞胺附接至偶合劑的胺部分，如第32圖所圖示。

【0119】 共同參照第7圖和第8圖，第7圖包含用於生產具有低摩擦塗層的經塗覆玻璃容器100的方法之製程流程圖500，並且第8圖示意性地繪示出該流程圖中描述的製程。在第一步驟502中，使用現有的成形和成型技術將離子交換玻璃組合物形成的玻璃管儲料1000初步成形為玻璃容器900（在繪示的實施例中特別是玻璃瓶）。在步驟504中，使用機械卡槽裝載器602將玻璃容器900裝入卡槽604。卡槽裝載器602可以是機械的夾持裝置，如卡鉗或類似者，該夾持裝置能夠在同一時間夾持多個玻璃容器。或者，該夾持裝置可利用真空系統來夾持玻璃容器900。卡槽裝載器602可與機器人手臂或其他類似的、能夠相對於玻璃容器900和卡槽604定位卡槽裝載器602的裝置連接。

【0120】 在下一個步驟506中，以機械傳送器將裝有玻璃容器900的卡槽604傳送到卡盒裝載區，該機械傳送器如傳送帶606、橋式起重機或類似者。之後，在步驟508中，將卡槽604裝入卡盒608中。卡盒608被建構成持有複數個卡槽，使得大量的玻璃容器可被同時處理。使用卡盒裝載器610將每個卡槽604定位在卡盒608中。卡盒裝載器610可以是機械的夾持裝置，如卡鉗或類似者，該夾持裝置能夠在同一時間夾持一或多個卡槽。或者，該夾持裝置可以使用真空系統來夾持卡槽604。卡盒裝載器610可與機器人手臂或其他類似的、能夠相對於卡盒608和卡槽604定位卡盒裝載器610的裝置連接。

【0121】 在下一個步驟510中，將具有卡槽604和玻璃容器900的卡盒608轉移到離子交換站，並裝入離子交換槽614中，以便於化學強化玻璃容器900。以卡盒傳送裝置612將卡盒608傳送到離子交換站。卡盒傳送裝置612可以是機械的夾持裝置，如能夠夾持卡盒608的卡鉗或類似者。或者，該夾持裝置可以使用真空系統來夾持卡盒608。可以使用吊軌系統將卡盒傳送裝置612和裝上的卡盒608自動地從卡盒裝載區傳送到離子交換站，該吊軌系統如高架起重機或類似者。或者，可以使用機器人手臂將卡盒傳送裝置612和裝上的卡盒608從卡盒裝載區傳送到離子交換站。在又另一個實施例中，可以使用傳送器將卡盒傳送裝置612和裝上的卡盒608從卡盒裝載區傳送到離子交換站，並且之後使用機器人手臂或橋式起重機將

卡盒傳送裝置612和裝上的卡盒608從傳送器傳送到離子交換槽614。

【0122】一旦卡盒傳送裝置612和裝上的卡盒到達離子交換站，則可在將卡盒608和玻璃容器900浸沒於離子交換槽614之前，將卡盒608和裝載的玻璃容器900進行預熱。可以將卡盒608預熱到高於室溫並且小於或等於離子交換槽中的熔融鹽浴溫度的溫度。舉例來說，玻璃容器可被預熱到從約300℃ - 500℃的溫度。

【0123】離子交換槽614包含熔融鹽616之浴，熔融鹽616如熔融的鹼金屬鹽，諸如硝酸鉀（ KNO_3 ）、硝酸鈉（ NaNO_3 ）及/或上述物質的組合。在一個實施例中，熔融鹽浴為溫度保持在大於或等於約350℃並小於或等於約500℃的100%熔融 KNO_3 。然而，應瞭解的是，也可以使用具有各種其他組成及/或溫度的熔融鹼金屬鹽浴來促進玻璃容器的離子交換。

【0124】在步驟512中，玻璃容器900在離子交換槽614中經離子交換強化。具體來說，玻璃容器被浸沒在熔融鹽中，並持續一段足以在玻璃容器900中實現所需壓縮應力及層深的時間。舉例來說，在一個實施例中，玻璃容器900可被保持在離子交換槽614中持續一段足以實現高達約100 μm 的層深及至少約300 MPa或甚至350 MPa的壓縮應力之時間。這段保持時間可能是少於30小時或甚至少於20小時。然而，應瞭解的是，玻璃容器被保持在槽614中的時間可能會視玻璃容器的組成、熔融鹽

616 浴之組成、熔融鹽 616 浴之溫度及所需的層深與所需的壓縮應力而改變。

【0125】 在玻璃容器 900 經離子交換強化之後，使用卡盒傳送裝置 612 與機器人手臂或橋式起重機將卡盒 608 和玻璃容器 900 從離子交換槽 614 移出。在從離子交換槽 614 移出之後，卡盒 608 和玻璃容器 900 懸掛在離子交換槽 614 上方，並且將卡盒 608 繞水平軸旋轉，使得任何殘留在玻璃容器 900 中的熔融鹽被清空回到離子交換槽 614。之後，將卡盒 608 旋轉回到初始位置，並讓玻璃容器在進行沖洗之前進行冷卻。

【0126】 然後將卡盒 608 和玻璃容器 900 傳送到具有卡盒傳送裝置 612 的沖洗站。這種傳送可以使用機器人手臂或橋式起重機進行，如上所述，或者使用自動傳送器，如傳送帶或類似者。在下一個步驟 514 中，卡盒 608 和玻璃容器 900 被降入含有水浴 620 的沖洗槽 618 中，以從玻璃容器 900 的表面去除任何多餘的鹽。可以使用機械手臂、橋式起重機或連接卡盒傳送裝置 612 的類似裝置將卡盒 608 和玻璃容器 900 降入沖洗槽 618 中。然後卡盒 608 和玻璃容器 900 被從沖洗槽 618 取出、懸掛在沖洗槽 618 上方，並且將卡盒 608 圍繞水平軸旋轉，使得任何殘留在玻璃容器 900 中的沖洗水被排空回到沖洗槽 618。在一些實施例中，在將卡盒 608 和玻璃容器 900 移到下一個處理站之前，可以進行多次的沖洗操作。

【0127】 在一個特定的實施例中，將卡盒608和玻璃容器900沉浸在水浴中至少兩次。舉例來說，可以將卡盒608沉浸在第一水浴中，並且隨後將卡盒608沉浸在不同的第二水浴中，以確保所有殘餘的鹼金屬鹽被從玻璃物件的表面去除。第一水浴的水可以被送到廢水處理或送到蒸發器。

【0128】 在下一個步驟516中，使用卡盒裝載器610將卡槽604從卡盒608移出。之後，在步驟518中，使用卡槽裝載器602從卡槽604卸載玻璃容器900，並傳送到洗滌站。在步驟520中，使用從噴嘴622射出的去離子水624噴射洗滌玻璃容器。去離子水624噴射也可以與壓縮空氣混合。

【0129】 選擇性地，在步驟521（第8圖中未繪示出）中，將玻璃容器900傳送到檢查站，在檢查站對玻璃容器是否有缺陷、碎片、變色或類似者進行檢查。

【0130】 在步驟522中，玻璃容器900被傳送到具有卡槽裝載器602的塗覆站，在塗覆站將低摩擦塗層施加到玻璃容器900。在一些實施例中，低摩擦塗層的施加可以包括直接施加偶合劑到玻璃容器的表面以及直接施加聚合物化學組合物到偶合劑上，如上所述。在這些實施例中，將玻璃容器900部分浸沒在含有偶合劑628的第一沉浸槽626中，以將偶合劑塗覆在玻璃容器的外表面。或者，可以噴灑施加偶合劑。之後，從第一沉浸槽626取出玻璃容器，並將偶合劑乾燥。在一些實施例中，諸如以上所述

偶合劑包含一或多種矽烷化學組合物的實施例，可以將玻璃容器900傳送到烘箱，在烘箱中在約120℃下乾燥玻璃容器900持續15分鐘。

【0131】雖然第8圖中示意性繪示的製程包括使用偶合劑塗覆玻璃容器外側的步驟，但應瞭解的是，此步驟僅使用於那些需要偶合劑的塗層組合物。在其他不需要偶合劑的低摩擦塗層之實施例中，可以省略施加偶合劑的步驟。

【0132】之後，以卡槽裝載器602將玻璃容器900傳送到塗層沉浸槽630。塗層沉浸槽630充滿了如上所述含有聚合物化學組合物的聚合物化學組合物塗覆溶液632。玻璃容器至少部分地浸沒在聚合物化學組合物塗覆溶液632中，以將聚合物化學組合物塗覆於玻璃容器上，無論是直接塗覆在玻璃容器900的外部表面上，或是塗覆在已經塗覆於玻璃容器900上的偶合劑上。之後，乾燥該聚合物化學組合物溶液，以去除任何溶劑。在一個實施例中，其中聚合物化學組合物塗覆溶液含有如上所述的Novastrat® 800，可以藉由將玻璃容器900傳送到烘箱中並在150℃下將玻璃容器加熱20分鐘來乾燥塗覆溶液。一旦聚合物化學組合物塗覆溶液已經乾燥，可以（選擇性地）將玻璃容器900再沉浸於聚合物化學組合物塗層沉浸槽630中，以施加一或多個額外的聚合物化學組合物塗層。在一些實施例中，將該聚合物化學組合物塗層施加到該容器的整個外表面上，同時在其他的實施例中，只將低

摩擦塗層施加於容器的部分外表面上。雖然本文中描述了偶合劑和聚合物化學組合物，但在一些實施例中，例如在以兩個個別的步驟施加偶合劑和聚合物化學組合物的實施例中，應瞭解的是，可以在替代的實施例中以單一個步驟施加偶合劑和低摩擦塗層，例如將偶合劑和聚合物化學組合物組合成混合物。

【0133】 一旦聚合物化學組合物塗覆溶液632已被施加到玻璃容器900，則將該聚合物化學組合物固化於玻璃容器900上。固化製程取決於應用於塗覆製程的聚合物化學組合物塗層之類型，並且可以包括熱固化塗層、以UV光固化塗層及/或上述固化製程的組合。在本文所述的實施例中，其中聚合物化學組合物塗層包含聚醯亞胺，如由上述的Novastrat® 800聚醯胺酸塗覆溶液形成的聚醯亞胺，玻璃容器900被傳送到烘箱634，在烘箱634中玻璃容器900在一段約5到30分鐘的時間從150℃被加熱到約350℃。一旦從烘箱634移出玻璃容器後，該聚合物化學組合物塗層即固化，從而產出具有低摩擦塗層的經塗覆玻璃容器。

【0134】 在低摩擦塗層已被施加到玻璃容器之後，將經塗覆的玻璃容器100傳送到步驟524中的包裝製程，在該包裝製程中容器被填充及/或被送到額外的檢查站。

【0135】 當經塗覆的玻璃容器處於初塗覆完成的狀況下（即在施加塗層後沒有任何額外的處理）或一或多個加工處理（諸如那些與醫藥填充產線進行的處理相似或相同

者，包括但不限於洗滌、凍乾、去熱原、高壓蒸氣處理或類似者）之後時，可以量測經塗覆的玻璃容器之各種性質（即摩擦係數、水平壓縮強度、4點彎曲強度）。

【0136】 去熱原是一種從物質去除熱原的製程。玻璃物件（例如藥物包裝）之去熱原可以藉由對樣品施加熱處理來進行，其中該樣品被加熱到升高的溫度持續一段時間。舉例來說，去熱原可以包括將玻璃容器加熱到介於約250℃至約380℃之間溫度持續一段從約30秒至約72小時的時間，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，將玻璃容器冷卻至室溫。一種在製藥工業中普遍採用的傳統去熱原條件是在約250℃的溫度下進行約30分鐘的熱處理。然而，可以設想的是，假使使用較高的溫度，則可以縮短熱處理的時間。如本文所述，可以將經塗覆的玻璃容器曝露於升高的溫度下持續一段時間。本文所述升高的溫度和加熱時間可能足以或可能不足以使玻璃容器去熱原。然而，應瞭解的是，本文所描述的一些加熱溫度和時間係足以使經塗覆的玻璃容器去熱原，例如本文中所述之經塗覆的玻璃容器。例如，如本文所述，可以使經塗覆的玻璃容器曝露於約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℃的溫度下持續一段30分鐘的時間。

【0137】 如本文中所使用的，凍乾條件係指其中樣品充滿含有蛋白質的液體、然後在 -100°C 下冷凍、之後在真空 -15°C 下進行水昇華20小時的製程。

【0138】 如本文中所使用的，高壓蒸氣處理的條件係指在 100°C 下以蒸汽吹洗樣品10分鐘、接著為20分鐘的停留期間（其中樣品曝露於 121°C 的環境中）、之後為 121°C 的熱處理持續30分鐘。

【0139】 具有低摩擦塗層的經塗覆玻璃容器部分之摩擦係數（ μ ）可以比由相同玻璃組成形成的未經塗覆玻璃容器之表面的摩擦係數更低。摩擦係數（ μ ）是兩個表面之間的摩擦之定量測量，並且是第一和第二表面的機械和化學性質（包括表面粗糙度以及環境條件，例如但不限於溫度和濕度）之函數。如本文中所使用的，用於經塗覆的玻璃容器100之摩擦係數量測據報告為第一玻璃容器（具有介於約 16.00 mm 至約 17.00 mm 之間的外徑）的外表面與第二玻璃容器（與該第一玻璃容器相同）的外表面之間的摩擦係數，其中該第一和第二玻璃容器具有相同的主體和相同的塗層組成（當施加時），並且在製造之前、製造過程中及製造完成後已曝露於相同的環境中。除非本文中另有表示，否則摩擦係數係指以法向負載 30 N 在玻璃瓶對玻璃瓶測試夾具上進行量測所量測到的最大摩擦係數，如本文所述。然而，應瞭解的是，在特定的施加負載表現出最大摩擦係數的經塗覆玻璃容器也將在較低的負載下表現出相同的或更好的（即較低的）最大摩擦係

數。舉例來說，假使經塗覆的玻璃容器在50 N的施加負載下表現出0.5或更低的最大摩擦係數，則經塗覆的玻璃容器在25 N的施加負載下將表現出0.5或更低的最大摩擦係數。

【0140】 在本文描述的實施例中，以玻璃瓶對玻璃瓶測試夾具量測玻璃容器（兩者皆經塗覆和未經塗覆者）的摩擦係數。將測試夾具200示意性繪示於第9圖。也可以使用相同的設備來量測兩個定位於夾具中的玻璃容器之間的摩擦力。玻璃瓶對玻璃瓶測試夾具200包含設置成交叉配置的第一夾鉗212和第二夾鉗222。第一夾鉗212包含安裝於第一基座216的第一固定臂214。第一固定臂214安裝於第一玻璃容器210中並使第一玻璃容器210相對於第一夾鉗212為靜止的。類似地，第二夾鉗222包含安裝於第二基座226的第二固定臂224。第二固定臂224安裝於第二玻璃容器220中，並使第二玻璃容器220相對於第二夾鉗222為靜止的。第一玻璃容器210被定位在第一夾鉗212上，並且第二玻璃容器220被定位在第二夾具222上，使得第一玻璃容器210的長軸與第二玻璃容器220的長軸被放在x-y軸界定的水平面上並且相對於彼此大約成90°角的位置。

【0141】 第一玻璃容器210被定位於在接觸點230與第二玻璃容器220接觸。在與x-y軸界定的水平面正交的方向上施加法向力。可以藉由靜態重量或其他施加到靜止的第一夾鉗212上的第二夾鉗222的力施加法向力。舉例

中，經塗覆的玻璃容器具有低摩擦塗層的部分具有小於或等於約0.4或甚至小於或等於約0.3的摩擦係數。摩擦係數小於或等於約0.7的經塗覆玻璃容器通常表現出改善的摩擦損傷抗性，因此具有改善的機械性質。例如，現有的玻璃容器（無低摩擦塗層者）可能具有大於0.7的摩擦係數。

【0144】 在本文描述的一些實施例中，經塗覆的玻璃容器具有低摩擦塗層的部分之摩擦係數係比由相同玻璃組成形成的未經塗覆玻璃容器之表面的摩擦係數小至少20%。舉例來說，經塗覆的玻璃容器具有低摩擦塗層的部分之摩擦係數可以比由相同玻璃組成形成的未經塗覆玻璃容器之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%。

【0145】 在一些實施例中，經塗覆的玻璃容器具有低摩擦塗層的部分在曝露於約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℃的溫度下持續一段30分鐘的時間之後可以具有小於或等於約0.7的摩擦係數。在其他的實施例中，經塗覆的玻璃容器具有低摩擦塗層的部分在曝露於約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℃的溫度下持續一段30分鐘的時間之後可以具有小於或等於

約 0.7 的摩擦係數（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）。在一些實施例中，經塗覆的玻璃容器具有低摩擦塗層的部分之摩擦係數在曝露於約 260 °C 的溫度下持續 30 分鐘之後可以不增加超過約 30 %。在其他的實施例中，經塗覆的玻璃容器具有低摩擦塗層的部分之摩擦係數在曝露於約 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 的溫度下持續一段 30 分鐘的時間之後可以不增加超過約 30 %（即約 25 %、約 20 %、約 15 % 或甚至約 10 %）。在其他的實施例中，經塗覆的玻璃容器具有低摩擦塗層的部分之摩擦係數在曝露於約 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 的溫度下持續一段 30 分鐘的時間之後可以不增加超過約 0.5（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，經塗覆的玻璃容器具有低摩擦塗層的部分之摩擦係數在曝露於約 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 的溫度下持續一段 30 分鐘的時間之後可以完全不增加。

【0146】 在一些實施例中，經塗覆的玻璃容器具有低摩擦塗層的部分在被浸入溫度約70℃的水浴中持續10分鐘之後可以具有小於或等於約0.7的摩擦係數。在其他的實施例中，經塗覆的玻璃容器具有低摩擦塗層的部分在被浸入溫度約70℃的水浴中持續5分鐘、10分鐘、20分鐘、30分鐘、40分鐘、50分鐘或甚至1小時之後可以具有小於或等於約0.7（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）的摩擦係數。在一些實施例中，經塗覆的玻璃容器具有低摩擦塗層的部分之摩擦係數在被浸入溫度約70℃的水浴中持續10分鐘之後可以不增加超過約30%。在其他的實施例中，經塗覆的玻璃容器具有低摩擦塗層的部分之摩擦係數在被浸入溫度約70℃的水浴中持續5分鐘、10分鐘、20分鐘、30分鐘、40分鐘、50分鐘或甚至1小時之後可以不增加超過約30%（即約25%、約20%、約15%或甚至約10%）。在一些實施例中，經塗覆的玻璃容器具有低摩擦塗層的部分之摩擦係數在被浸入溫度約70℃的水浴中持續5分鐘、10分鐘、20分鐘、30分鐘、40分鐘、50分鐘或甚至1小時之後可以完全不增加。

【0147】 在一些實施例中，經塗覆的玻璃容器具有低摩擦塗層的部分在曝露於凍乾條件之後可以具有小於或等於約0.7的摩擦係數。在其他的實施例中，經塗覆的玻璃容器具有低摩擦塗層的部分在曝露於凍乾條件之後可以具有小於或等於約0.7（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)的摩擦係數。在一些實施例中，經塗覆的玻璃容器具有低摩擦塗層的部分之摩擦係數在曝露於凍乾條件之後可以不增加超過約30%。在其他的實施例中，經塗覆的玻璃容器具有低摩擦塗層的部分之摩擦係數在曝露於凍乾條件之後可以不增加超過約30% (即約25%、約20%、約15%或甚至約10%)。在一些實施例中，經塗覆的玻璃容器具有低摩擦塗層的部分之摩擦係數在曝露於凍乾條件之後可以完全不增加。

【0148】 在一些實施例中，經塗覆的玻璃容器具有低摩擦塗層的部分在曝露於高壓蒸氣處理條件之後可以具有小於或等於約0.7的摩擦係數。在其他的實施例中，經塗覆的玻璃容器具有低摩擦塗層的部分在曝露於高壓蒸氣處理條件之後可以具有小於或等於約0.7 (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)的摩擦係數。在一些實施例中，經塗覆的玻璃容器具有低摩擦塗層的部分之摩擦係數在曝露於高壓蒸氣處理條件之後可以不增加超過約30%。在其他的實施例中，經塗覆的玻璃容器具有低摩擦塗層的部分之摩擦係數在曝露於高壓蒸氣處理條件之後可以不增加超過約30% (即約25%、約20%、約15%或甚至約10%)。在一些實施例中，經塗覆的玻璃容器具有低摩擦塗層的部分之摩擦係數在曝露於高壓蒸氣處理條件之後可以完全不增加。

【0149】 本文所描述的經塗覆玻璃容器具有水平的壓縮強度。參照第1圖，如本文所述，水平的壓縮強度係藉由將經塗覆的玻璃容器100水平地放置於兩個平行的壓盤之間來量測，該等壓盤的方位係與該玻璃容器的長軸平行。然後使用該等壓盤在與該玻璃容器的長軸垂直的方向上將機械負載施加於經塗覆的玻璃容器100。對於玻璃瓶壓縮負載率為0.5吋/分鐘，這意味著該等壓盤以0.5吋/分鐘的速率朝向彼此移動。水平壓縮強度是在25℃和50%的相對濕度下量測。可以提供水平壓縮強度的量測作為在選擇的正常壓縮負載之損壞機率。如本文中所使用的，在最少50%的樣品中當玻璃容器在水平壓縮之下破裂時即發生故障。在一些實施例中，經塗覆的玻璃容器可以具有比未經塗覆的玻璃瓶大至少10%、20%或30%的水平壓縮強度。

【0150】 現在參照第1圖和第9圖，水平壓縮強度量測也可以在磨損的玻璃容器上進行。具體而言，測試夾具200的操作可能會在經塗覆的玻璃容器外表面122上形成損傷，例如表面刮傷或磨損，而削弱了經塗覆的玻璃容器100之強度。然後使玻璃容器進行上述的水平壓縮程序，其中該容器被放在兩個壓板之間，且刮痕指向向外與壓板平行。刮痕之特徵在於玻璃瓶對玻璃瓶夾具所施加的選擇法向壓力和刮痕長度。除非以其他方式指明，否則水平壓縮程序中磨損的玻璃容器之刮痕之特徵為30 N的法向負載產生20 mm的刮痕長度。

【0151】 可以在熱處理之後評估經塗覆的玻璃容器之水平壓縮強度。該熱處理可以是曝露於約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℃的溫度下持續一段30分鐘的時間。在一些實施例中，在曝露於如上述那些熱處理之後，經塗覆的玻璃容器之水平壓縮強度未減少超過約20%、30%或甚至40%，然後被磨損，如上所述。在一個實施例中，在曝露於約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℃的熱處理持續一段30分鐘的時間之後，經塗覆的玻璃容器之水平壓縮強度未減少超過約20%，然後被磨損。

【0152】 本文中所描述之經塗覆的玻璃物件在加熱到至少260℃的溫度持續一段30分鐘的時間之後可以是熱穩定的。本文中使用的片語「熱穩定的」意指施加於玻璃物件的低摩擦塗層在曝露於升高的溫度之後大體上仍為完好無損地在玻璃物件的表面上，使得在曝露之後經塗覆的玻璃物件之機械性質，特別是摩擦係數與水平壓縮強度只被影響到最少（如果有的話）。這表示在升溫曝露之後低摩擦塗層仍然附著於玻璃表面，並持續保護玻璃物件免於被機械損傷，如磨損、撞擊等。

【0153】 在本文描述的實施例中，假使經塗覆的玻璃物件在加熱到指定的溫度並保持在該溫度下持續一段指定的時間之後同時滿足摩擦係數標準和水平壓縮強度標準，則該經塗覆的玻璃物件即被認為是熱穩定的。為了判斷是否符合摩擦係數標準，使用第9圖中繪示的測試夾具和30 N的施加負載，將第一經塗覆的玻璃物件之摩擦係數判定為初接收的條件（即在任何熱曝露之前）。使第二經塗覆的玻璃物件（即具有與第一經塗覆的玻璃物件相同的玻璃組成和相同的塗層組合物之玻璃物件）熱曝露在規定的條件下，並冷卻至室溫。之後，使用第9圖中繪示的測試夾具以30 N的施加負載來磨損該經塗覆的玻璃物件，以測定第二經塗覆的玻璃物件之摩擦係數，產生了長度約20 mm的磨損（即「刮痕」）。假使第二經塗覆的玻璃物件之摩擦係數小於0.7，而且第二玻璃物件在磨損區域中的玻璃表面不具有任何可觀察到的損傷，則對於測定低摩擦塗層的熱穩定性之目的而言，滿足了摩擦係數的標準。本文中使用的用語「可觀察到的損傷」意指當使用具有LED或鹵素光源的諾馬斯基（Nomarski）或微分干涉對比（DIC）光譜顯微鏡以100倍的放大倍數觀察時，玻璃物件在磨損區域中的玻璃表面中，每0.5 cm的磨損區域長度含有少於六個玻璃花紋。玻璃花紋之標準定義係描述於2006年NIST特別出版品（NIST special publication）960-17中G. D. Quinn之「NIST建議的實施指南：陶瓷和玻璃之斷面顯微鏡觀查法（NIST

Recommended Practice Guide: Fractography of Ceramics and Glasses) 」。

【0154】 為了確定是否滿足水平壓縮強度標準，使用第9圖中繪示的測試夾具以30 N的負載磨損第一經塗覆的玻璃物件，以形成20 mm的刮痕。然後使該第一經塗覆的玻璃物件進行本文中描述的水平壓縮測試，並測定該第一經塗覆的玻璃物件之保留強度。使第二經塗覆的玻璃物件（即與該第一經塗覆的玻璃物件具有相同的玻璃組成和相同的塗層組合物之玻璃物件）熱曝露於規定的條件下，並冷卻至室溫。之後，使用第9圖中繪示的測試夾具以30 N的負載磨損該第二經塗覆的玻璃物件，然後使該第二經塗覆的玻璃物件進行如本文中所描述的水平壓縮測試，並測定該第二經塗覆的玻璃物件之保留強度。假使該第二經塗覆的玻璃物件之保留強度相對於該第一經塗覆的玻璃物件不降低超過20%，則對於測定低摩擦塗層的熱穩定性之目的而言，滿足了水平壓縮強度的標準。

【0155】 在本文所描述的實施例中，假使經塗覆的玻璃容器在曝露於至少約260℃的溫度下持續一段約30分鐘的時間之後滿足摩擦係數標準和水平壓縮強度標準，則經塗覆的玻璃容器被認為是熱穩定的（即該經塗覆的玻璃容器在至少約260℃的溫度下持續一段約30分鐘的時間是熱穩定的）。也可以在從約260℃直到約400℃的溫度下評估熱穩定性。舉例來說，在一些實施例中，假使在至少約270℃或甚至約280℃的溫度下持續一段約30分鐘的

時間後符合標準，則認為經塗覆的玻璃容器將是熱穩定的。在仍其他的實施例中，假使在至少約 290°C 或甚至約 300°C 的溫度下持續一段約30分鐘的時間後符合標準，則認為經塗覆的玻璃容器是熱穩定的。在進一步的實施例中，假使在至少約 310°C 或甚至約 320°C 的溫度下持續一段約30分鐘的時間後符合標準，則認為經塗覆的玻璃容器是熱穩定的。在仍其他的實施例中，假使在至少約 330°C 或甚至約 340°C 的溫度下持續一段約30分鐘的時間後符合標準，則認為經塗覆的玻璃容器是熱穩定的。在又其他的實施例中，假使在至少約 350°C 或甚至約 360°C 的溫度下持續一段約30分鐘的時間後符合標準，則認為經塗覆的玻璃容器是熱穩定的。在一些其他的實施例中，假使在至少約 370°C 或甚至約 380°C 的溫度下持續一段約30分鐘的時間後符合標準，則認為經塗覆的玻璃容器是熱穩定的。在仍其他的實施例中，假使在至少約 390°C 或甚至約 400°C 的溫度下持續一段約30分鐘的時間後符合標準，則認為經塗覆的玻璃容器是熱穩定的。

【0156】本文中揭示的經塗覆玻璃容器也可以在一個溫度範圍內是熱穩定的，這意味著該經塗覆的玻璃容器藉由在該範圍中的每個溫度下滿足摩擦係數標準和水平壓縮強度標準而為熱穩定的。舉例來說，在本文所描述的實施例中，經塗覆的玻璃容器可以在從至少約 260°C 到小於或等於約 400°C 的溫度下是熱穩定的。在一些實施例中，經塗覆的玻璃容器可以在從至少約 260°C 至約 350°C 的

範圍內是熱穩定的。在一些其他的實施例中，經塗覆的玻璃容器可以在從至少約 280 °C 至小於或等於約 350 °C 的溫度下是熱穩定的。在仍其他的實施例中，經塗覆的玻璃容器可以在從至少約 290 °C 至約 340 °C 是熱穩定的。在另一個實施例中，經塗覆的玻璃容器可以在約 300 °C 至約 380 °C 的溫度範圍內是熱穩定的。在另一個實施例中，經塗覆的玻璃容器可以在從約 320 °C 至約 360 °C 的溫度範圍內是熱穩定的。

【0157】本文中描述的經塗覆玻璃容器具有四點彎曲強度。為了量測玻璃容器之四點彎曲強度，將玻璃管用於量測，該玻璃管係經塗覆的玻璃容器 100 之前驅物。該玻璃管之直徑與玻璃容器相同，但不包括玻璃容器基座或玻璃容器之口部（即在將該管形成為玻璃容器之前）。然後讓該玻璃管進行四點彎曲應力測試，以引起機械故障。該測試係於 50 % 的相對濕度下進行，且與外部接觸元件間隔 9 英吋，與內部接觸元件間隔 3 英吋，負載速率為 10 mm / 分鐘。

【0158】四點彎曲應力量測也可以在經塗覆的與磨損的管上進行。測試夾具 200 的操作可能會在管的表面上產生磨損，例如削弱管之強度的表面刮痕，如在量測磨損玻璃瓶之水平壓縮強度中所描述的。然後，讓玻璃管進行四點彎曲應力測試，以引起機械故障。該測試是在 25 °C 和 50 % 相對濕度下使用間隔 9 英吋的外部探針與間隔 3 英吋

的內部接觸元件進行，負載速率為10 mm / 分鐘，同時該管的位置使得在測試過程中刮痕處於張力之下。

【0159】 在一些實施例中，在相同的磨損條件下與未經塗覆的玻璃管相比，具有低摩擦塗層的玻璃管在磨損之後的四點彎曲強度顯示出平均至少高出10%、20%或甚至50%的機械強度。

【0160】 在一些實施例中，在藉由相同的玻璃容器以30 N的法向力磨損經塗覆的玻璃容器100之後，在藉由相同的玻璃容器以30 N的法向力在相同的位置再磨損一次後，經塗覆的玻璃容器100的磨損區域之摩擦係數不會增加超過約20%，或是完全不增加。在其他的實施例中，在藉由相同的玻璃容器以30 N的法向力磨損經塗覆的玻璃容器100之後，在藉由相同的玻璃容器以30 N的法向力在相同的位置再磨損一次後，經塗覆的玻璃容器100的磨損區域之摩擦係數不會增加超過約15%或甚至10%，或是完全不增加。然而，經塗覆的玻璃容器100之所有實施例並不需要皆表現出這樣的性質。

【0161】 質量損失係指經塗覆的玻璃容器100之可量測性質，質量損失與當該經塗覆的玻璃容器曝露於選擇的升高溫度持續一段選擇的時間後，從經塗覆的玻璃容器100釋放的揮發物之量有關。質量損失通常表示塗層由於熱曝露造成的機械退化。由於經塗覆的玻璃容器之玻璃主體在報告的溫度下未表現出可量測的質量損失，故本文中詳細描述的質量損失測試只有產出被施加到玻璃容器的

低摩擦塗層之質量損失數據。有多個因素可能會影響質量損失。例如，可以被從塗層移出的有機材料之量可能會影響質量損失。在聚合物中的碳主鏈和側鏈之分解會導致理論上塗層100%被去除。有機金屬聚合物材料通常失去全部的有機成分，但是仍會留下無機成分。因此，在理論上完全氧化時，基於塗層有多少是有機的和無機的（例如塗層之二氧化矽%）來標準化質量損失的結果。

【0162】 為了測定質量損失，初始將經塗覆的樣品（如經塗覆的玻璃瓶）加熱到150℃，並保持在此溫度下持續30分鐘，以乾燥塗層、有效地從塗層驅離水。然後將該樣品在氧化環境（如空氣）中以10℃/分鐘的升溫速率從150℃加熱至350℃。為了測定質量損失的目的，只考慮收集從150℃到350℃的數據。在一些實施例中，當以約10℃/分鐘的升溫速率從溫度150℃加熱到350℃時，低摩擦塗層具有少於約5%自身質量的質量損失。在其他的實施例中，當以約10℃/分鐘的升溫速率從溫度150℃加熱到350℃時，低摩擦塗層具有少於約3%或甚至少於約2%的質量損失。在一些其他的實施例中，當以約10℃/分鐘的升溫速率從溫度150℃加熱到350℃時，低摩擦塗層大致上未損失自身質量。

【0163】 質量損失的結果係基於一程序，其中比較經塗覆的玻璃容器在熱處理之前與之後的重量，該熱處理例如

本文中所描述的以 10°C / 分鐘從 150°C 升溫到 350°C 。熱處理前和熱處理後玻璃瓶之間的重量差即為塗層的重量損失，可以將塗層的重量損失標準化為塗層之重量百分比損失，使得可以藉由比較未經塗覆的玻璃容器與處理前的經塗覆玻璃容器之重量，而得知塗層之熱處理前重量（在初步加熱步驟之後不包括容器之玻璃主體之重量）。或者，塗層之總質量可以藉由總有機碳測試或其他類似的工具來測定。

【0164】出氣係指經塗覆的玻璃容器100之可量測性質，出氣與當該經塗覆的玻璃容器曝露於選擇的升高溫度持續一段選擇的時間後，從經塗覆的玻璃容器100釋放的揮發物之量有關。在本文中出氣量測係報告為具有塗層的玻璃容器在曝露於升溫下持續一段時間之後，每表面積釋放的揮發物重量。由於經塗覆的玻璃容器之玻璃主體在報告出氣的溫度下未表現出可量測的出氣，故以上詳細描述的出氣測試實質上只有產出被施加到玻璃容器的低摩擦塗層之出氣數據。出氣的結果係基於一種程序，其中將經塗覆的玻璃容器100放在第10圖中繪示的設備400之玻璃樣品腔室402中。在每個樣品運行之前收集空樣品室的背景樣品。當將火爐404加熱到 350°C 並保持在該溫度下持續1小時以收集腔室的背景樣品時，將樣品腔室保持在恆定的 $100\text{ ml}/\text{分鐘}$ 空氣吹洗（由旋轉流量計406測量）之下。之後，將經塗覆的玻璃容器100定位在樣品腔室402中，並將樣品腔室保持在恆定的 $100\text{ ml}/\text{分鐘}$ 空氣吹

洗之下，並且加熱到升高的溫度且保持在該溫度下持續一段時間，以收集來自經塗覆的玻璃容器 100 之樣品。玻璃樣品腔室 402 係由 Pyrex 製成，限制分析的最高溫度到 600 °C。將 Carbotrap 300 吸附管 408 組裝在樣品腔室的排氣口上，以在揮發性物種被從樣品釋出並被吸附揮發性物種的空氣吹洗氣體 410 掃過吸收性樹脂時吸附產生的揮發性物種。然後將吸收性樹脂直接放入格斯特爾熱脫附單元 (Gerstel Thermal Desorption unit)，該格斯特爾熱脫附單元直接連接到惠普 5890 系列 II 氣體層析儀 / 惠普 5989 MS 引擎。出氣物種在 350 °C 從吸收性樹脂熱脫附，並低溫集中於非極性氣體層析管柱 (DB-5 MS) 的頭部。氣體層析儀內的溫度以 10 °C / 分鐘的速率增加到最終溫度 325 °C，以便提供揮發物和半揮發性有機物種的分離與純化。已經證明分離的機制是基於不同有機物種的蒸發熱，該蒸發熱實質上產生沸點或蒸餾層析圖。分離之後，藉由傳統的電子撞擊游離質譜協議分析經純化的物種。藉由在標準化的條件下操作，可以將產生的質譜與現存的質譜庫比較。

【0165】 在一些實施例中，本文所述經塗覆的玻璃容器在曝露於約 250 °C、約 275 °C、約 300 °C、約 320 °C、約 360 °C 或甚至約 400 °C 的升高溫度持續約 15 分鐘、約 30 分鐘、約 45 分鐘或約 1 小時的一段時間之過程中，表現出小於或等於約 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 的出氣。此

外，經塗覆的玻璃容器在指定的溫度範圍下可以是熱穩定的，這意味著經塗覆的容器在指定範圍內的每個溫度下表現出一定程度的出氣，如上所述。在量測出氣之前，經塗覆的玻璃容器可以是在初塗覆完成的狀態（即緊隨在施加低摩擦塗層之後），或是在去熱原、凍乾或高壓蒸氣處理中任一者之後。在一些實施例中，經塗覆的玻璃容器100大體上可以表現出沒有出氣。

【0166】 在一些實施例中，可以使用出氣的數據來判定低摩擦塗層的質量損失。可以藉由塗層的厚度（由SEM圖像或以其他方式測定）、低摩擦塗層的密度及塗層的表面積來判定熱處理前的塗層質量。之後，經塗覆的玻璃容器可以進行出氣程序，並且可以藉由找到出氣中被驅逐的質量與熱處理前的質量之比例來判定質量損失。

【0167】 參照第11圖，可以藉由使用分光光度計量測在400-700 nm之間的波長範圍內容器的透光率來評估經塗覆容器的透明度和顏色。進行該測量，使得光束的指向垂直於容器壁，使得光束通過低摩擦塗層兩次，第一次是在進入該容器時，然後在離開該容器時。在一些實施例中，對於波長約400 nm至約700 nm來說，通過經塗覆的玻璃容器之透光率可以大於或等於約55%的通過未經塗覆的玻璃容器之透光率。如本文所述，可以在熱處理之前或熱處理之後（如本文所描述的熱處理）量測透光率。舉例來說，對於從約400 nm至約700 nm的每個波長而言，透光率可以大於或等於約55%的通過未經塗覆的玻

璃容器之透光率。在其他的實施例中，對於從約400 nm至約700 nm的波長而言，通過經塗覆的玻璃容器之透光率係大於或等於通過未經塗覆的玻璃容器之透光率之約55%、約60%、約65%、約70%、約75%、約80%或甚至約90%。

【0168】 如本文所述，可以在環境處理（如本文所描述的熱處理）之前或在環境處理之後量測透光率。舉例來說，對於從約400 nm至約700 nm的波長而言，在約260℃、約270℃、約280℃、約290℃、約300℃、310℃、約320℃、330℃、約有340℃、約350℃、約360℃、約370℃、約380℃、約390℃或約400℃的熱處理持續一段30分鐘的時間之後，或曝露於凍乾的條件之後，或是曝露於高壓蒸氣處理的條件之後，通過經塗覆的玻璃容器之透光率係大於或等於通過未經塗覆的玻璃容器之透光率之約55%、約60%、約65%、約70%、約75%、約80%或甚至約90%。

【0169】 在一些實施例中，當以任何角度觀察時，經塗覆的玻璃容器100可被人類的肉眼感知為無色和透明的。在一些其他的實施例中，低摩擦塗層120可以具有可感知的色調，例如當低摩擦塗層120包含聚醯亞胺時，該聚醯亞胺係由可向Aldrich公司購得的聚(焦蜜石酸二酐-共聚-4,4'-氧代二苯胺)醯胺酸所形成。

【0170】 在一些實施例中，經塗覆的玻璃容器100可以具有能夠接收黏性標籤的低摩擦塗層120。也就是說，經

持續30分鐘，而將塗層固化。固化之後，塗覆0.1% Novastrat® 800溶液的玻璃瓶沒有可見的顏色。然而，塗覆聚(焦蜜石酸二酐-共聚-4,4'-氧代二苯胺)溶液的玻璃瓶可看到黃色。兩種塗層在玻璃瓶對玻璃瓶接觸測試中皆表現出低的摩擦係數。

實例2

【0173】 比較由蕭特類型1B形成的玻璃瓶(初接收的/未經塗覆的)與塗覆低摩擦塗層的玻璃瓶，以評估由於磨損造成的機械強度損失。藉由參考玻璃組成所生產的第一離子交換強化玻璃瓶來生產經塗覆的玻璃瓶。離子交換強化是在450℃的100%KNO₃浴中進行8小時。之後，用去離子水洗滌玻璃瓶、用氮氣吹乾以及用0.1%的APS溶液(氨基丙基矽倍半氧烷)浸塗。在100℃的對流烘箱中乾燥該APS塗層15分鐘。然後將玻璃瓶浸入0.1% Novastrat® 800聚醯胺酸在15/85甲苯/DMF溶液中的溶液。將經塗覆的玻璃瓶加熱至150℃，並保持20分鐘，以蒸發溶劑。之後，藉由將經塗覆的玻璃瓶放入在300℃預熱的火爐中持續30分鐘，而將塗層固化。然後將經塗覆的玻璃瓶在70℃的去離子水中浸泡1小時，然後在320℃的空氣中加熱2小時，以模擬實際的加工條件。

【0174】 將由蕭特類型1B玻璃形成的未磨損玻璃瓶與由離子交換強化和經塗覆的參考玻璃組成形成的未磨損玻璃瓶，在水平壓縮測試中測試至損壞(即將一板放在玻璃瓶的頂部上方，一板放在玻璃瓶的底部下方，將二板一

起按壓，並用測力器測定損壞時所施加的負載）。第12圖圖示對於由參考玻璃組成形成的玻璃瓶、由參考玻璃組成形成的玻璃瓶在經塗覆的與磨損的狀態中、由蕭特類型1B玻璃形成的玻璃瓶以及由蕭特類型1B玻璃形成的玻璃瓶在磨損的狀態中，在水平壓縮測試中損壞機率為施加負載的函數。將未磨損的玻璃瓶之損壞負載（failure load）圖示於魏普圖（Weibull plot）中。然後將由蕭特類型1B玻璃形成的樣品玻璃瓶與由離子交換強化和經塗覆的玻璃形成的未磨損玻璃瓶放在第9圖的玻璃瓶對玻璃瓶夾具中，以磨損玻璃瓶並測定玻璃瓶之間的摩擦係數（當該等玻璃瓶在一起摩擦時具有超過直徑0.3 mm的接觸面積）。在測試過程中使用UMT機器對玻璃瓶施加負載，並且該負載在24 N和44 N之間改變。將施加的負載和對應的最大摩擦係數報告於第13圖所含的表中。對於未經塗覆的玻璃瓶，最大摩擦係數從0.54變化到0.71（圖示於第13圖中分別為玻璃瓶樣品「3 & 4」和「7 & 8」），同時對於經塗覆的玻璃瓶，最大摩擦係數從0.19變化到0.41（圖示於第13圖中分別為玻璃瓶樣品「15 & 16」和「12 & 14」）。之後，在水平壓縮測試中測試刮傷的玻璃瓶，以評估相對於未磨損玻璃瓶的機械強度損失。將施加於未磨損玻璃瓶的損壞負載圖示於第12圖的魏普圖中。

【0175】如第12圖中所圖示，未經塗覆的玻璃瓶在磨損之後具有明顯降低的強度，而經塗覆的玻璃瓶在磨損之

後具有相對較少的強度降低。基於這些結果，相信玻璃瓶之間的摩擦係數應為小於0.7或0.5，或甚至小於0.45，以在玻璃瓶對玻璃瓶磨損之後減輕強度損失。

實例3

【0176】 在本實例中，測試多組玻璃管之四點彎曲，以確定該等玻璃管之強度。由參考玻璃組成形成的第一組管係於初接收狀態（未經塗覆的、無離子交換強化的）測試四點彎曲。由參考玻璃組成形成的第二組管係於450℃的100% KNO₃浴中離子交換強化8小時之後測試四點彎曲。由參考玻璃組成形成的第三組管係於450℃的100% KNO₃浴中離子交換強化8小時並如實例2所述塗覆0.1% APS/0.1% Novastrat® 800之後測試四點彎曲。經塗覆的管還在70℃的去離子水中浸泡1小時，並在空氣中於320℃加熱2小時，以模擬實際的處理條件。在彎曲測試之前還在第9圖圖示的玻璃瓶對玻璃瓶夾具中以30 N的負載磨損這些經塗覆的管。由參考玻璃組成形成的第四組管係於450℃的100% KNO₃浴中離子交換強化1小時之後測試四點彎曲。在彎曲測試之前還在第9圖圖示的玻璃瓶對玻璃瓶夾具中以30 N的負載磨損這些未經塗覆的、經離子交換強化的管。由蕭特類型1B玻璃形成的第五組管係於初接收狀態（未經塗覆的、無離子交換強化的）測試四點彎曲。由蕭特類型1B玻璃形成的第六組管係於450℃的100% KNO₃浴中離子交換強化1小

時之後測試四點彎曲。將測試結果圖示於第 14 圖顯示的魏普圖中。

【0177】 參照第 14 圖，未經磨損且由參考玻璃組成形成及經離子交換強化的第二組管在破裂之前承受最高的應力。在磨損之前塗覆有 0.1% APS / 0.1% Novastrat® 800 的第三組管與其未經塗覆的、未經磨損的相等物（即第二組管）相比表現出稍微降低的強度。然而，儘管在塗覆之後有接受磨損，其降低的強度相當輕微。

實例 4

【0178】 製備兩組玻璃瓶，並使該兩組玻璃瓶通過藥物填充生產線。將感壓膠帶（可向富士公司購得）插入玻璃瓶之間，以量測玻璃瓶之間及玻璃瓶與設備之間的接觸 / 撞擊力。第一組玻璃瓶係由參考玻璃組成形成，並且未經塗覆。第二組玻璃瓶係由參考玻璃組成形成，並且塗覆有以低摩擦聚醯亞胺為基礎、摩擦係數為約 0.25 的塗層，如上所述。在玻璃瓶通過藥物填充生產線之後分析感壓膠帶，證明第二組經塗覆的玻璃瓶與未經塗覆的第一組玻璃瓶相比展現出 2 - 3 倍的應力降低。

實例 5

【0179】 製備三組每組 4 個的玻璃瓶。全部的玻璃瓶皆由參考玻璃組成形成。第一組玻璃瓶塗覆有實例 2 所述的 APS / Novastrat® 800 塗層。以溶於甲苯的 0.1% DC806A 浸塗第二組玻璃瓶。在 50 °C 將溶劑蒸發，並在

300 °C 固化塗層 30 分鐘。將每一組玻璃瓶放置在管中，並在空氣吹洗之下加熱至 320 °C 持續 2.5 小時，以去除在實驗室環境中被吸附進入玻璃瓶的微量污染物。然後將每組樣品在管中另外加熱 30 分鐘，跑出的揮發物會被活性碳吸收管捕捉。將該吸收管在 30 分鐘期間加熱至 350 °C，以釋出任何被捕捉的材料，並將該材料送入氣相層析質譜儀。第 15 圖繪示 APS/Novastrat® 800 塗層之氣相層析質譜儀輸出數據。第 16 圖繪示 DC806A 塗層之氣相層析質譜儀輸出數據。沒有偵測到來自 0.1 % APS / 0.1 % Novastrat® 800 塗層或 DC806A 塗層的出氣。

【0180】 使用 0.5 % / 0.5 % GAPs / APhTMS 溶於甲醇 / 水混合物的溶液將一組 4 個玻璃瓶塗覆結合層 (tie-layer)，每個玻璃瓶具有約 18.3 cm² 的塗覆表面積，讓溶劑在 120 °C 從經塗覆的玻璃瓶蒸發 15 分鐘，然後將 0.5 % Novastrat® 800 溶於二甲基乙醯胺的溶液施加於該等樣品上，在 150 °C 蒸發溶劑 20 分鐘。讓這些未固化的玻璃瓶進行上述的出氣測試，將該等玻璃瓶在氣流 (100 mL/min) 中加熱至 320 °C，而且到達 320 °C 後每 15 分鐘將逸出的氣體揮發物捕捉於活性碳吸收管上。然後在 30 分鐘期間將該等玻璃瓶加熱至 350 °C，以釋出任何被捕捉的材料，並將該材料送入氣相層析質譜儀。表 1 顯示隨著樣品被保持在 320 °C 的時間區段被捕捉的材料量，時間零對應樣品首次到達溫度 320 °C 的時間。

如表 1 中所見，在加熱 30 分鐘之後，揮發物的量降低低於儀器的偵測極限 100 ng。表 1 亦報告每平方公分的塗覆表面失去的揮發物。

在 320°C 的時段	量， ng/玻璃瓶	量 ng/cm ²
25°C 至 320°C 升溫 (t=0)	60404	3301
t = 0 至 15 分鐘	9371	512
t = 15 至 30 分鐘	321	18
t = 30 至 45 分鐘	< 100	< 5
t = 45 至 60 分鐘	< 100	< 5
t = 60 至 90 分鐘	< 100	< 5

表 1. 每個玻璃瓶每單位面積的揮發物

實例 6

【0181】 以各種基於矽樹脂或聚醯亞胺且有或無偶合劑的塗層製備複數個玻璃瓶。當使用偶合劑時，該偶合劑包括 APS 和 GAPS（3-氨基丙基三烷氧基矽烷），GAPS 為 APS 之前驅物。以 Novastrat® 800、上述的聚（焦蜜石酸二酐-共聚-4,4' 氧代二苯胺）或矽氧烷樹脂 DC806A 和 DC255 製備外部塗層。使用 0.1% 的 APS（氨基丙基矽倍半氧烷）溶液和聚（焦蜜石酸二酐-共聚-4,4' 氧代二苯胺）醯胺酸（Kapton 前驅物）溶於 N-甲基-2-吡咯啉酮（NMP）的 0.1% 溶液、0.5% 溶液或 1.0% 溶液製備 APS/Kapton 塗層。亦使用 0.1% 聚（焦蜜石酸二酐-共聚-4,4' 氧代二苯胺）溶於 NMP 的溶液施加無偶合劑的 Kapton 塗層。使用 0.1% 的 APS（氨基丙基矽倍

半氧烷) 溶液和 0.1% Novastrat® 800 聚醯胺酸溶於 15/85 甲苯/DMF 溶液中的溶液製備 APS/Novastrat® 800 塗層。不使用偶合劑使用 1.0% DC255 溶於甲苯中的溶液直接將 DC255 塗層施加於玻璃。藉由首先施加 0.1% APS 溶於水中的溶液然後施加 0.1% 或 0.5% DC806A 溶於甲苯中的溶液來製備 APS/DC806A 塗層。使用 1.0% GAPS 溶於 95 重量% 乙醇水的溶液作為偶合劑，然後使用 1.0% DC806A 溶於甲苯中的溶液來施加 GAPS/DC806A 塗層。使用如本文所述之浸塗法施加偶合劑和塗層，其中在施加之後對偶合劑進行熱處理，以及在施加之後乾燥與固化矽樹脂和聚醯亞胺塗層。基於使用的溶液濃度來估計塗層厚度，第 17 圖中所含的表列出各種塗層組成、估計的塗層厚度以及測試條件。

【0182】 之後，使一些玻璃瓶墜落以模擬塗層損壞，而其他的則在第 9 圖繪示的玻璃瓶對玻璃瓶夾具中在 30 N 和 50 N 負載下進行磨損。之後，使所有的玻璃瓶進行凍乾（冷凍乾燥製程），其中該等玻璃瓶充滿了 0.5 mL 的氯化鈉溶液，然後在 -100℃ 下冷凍。然後在真空中 -15℃ 下進行凍乾 20 小時。使用光學品質保證設備在顯微鏡下檢視該等玻璃瓶，由於凍乾，並未觀察到損傷的塗層。

實例 7

【0183】 製備三組每組 6 個的玻璃瓶，以評估增加的負載對於未塗覆玻璃瓶與塗覆有道康寧 DC 255 矽氧烷樹脂之摩擦係數的影響。第一組玻璃瓶由類型 1B 玻璃形

成，並且未經塗覆。第二組玻璃瓶由參考玻璃組成所形成，並且塗覆有1% DC255溶於甲苯的溶液，而且在300℃固化30分鐘。第三組玻璃瓶由蕭特類型1B玻璃形成，並且塗覆有1% DC255溶於甲苯的溶液。將每一組的玻璃瓶放在第9圖繪示的玻璃瓶對玻璃瓶夾具中，而且在10N、30N及50N的靜態負載下於磨損過程中量測相對於類似的經塗覆玻璃瓶之摩擦係數，將結果以圖形報告於第18圖中。如第18圖所圖示，在相同的磨損條件下不論玻璃組成為何，與未經塗覆的玻璃瓶相比，經塗覆的玻璃瓶表現出明顯較低的摩擦係數。

實例8

【0184】 製備三組每組兩個具有APS/Kapton塗層的玻璃瓶。首先，在0.1%的APS（氨基丙基矽倍半氧烷）溶液中浸塗每個玻璃瓶。在100℃的對流烘箱中乾燥APS塗層15分鐘，然後將該等玻璃瓶浸入0.1%聚（焦蜜石酸二酐-共聚-4,4'氧代二苯胺）醯胺酸（Kapton前驅物）溶於N-甲基-2-吡咯啉酮（NMP）的溶液。之後，藉由將經塗覆的玻璃瓶放入300℃預熱好的火爐中持續30分鐘來固化塗層。

【0185】 將兩個玻璃瓶放在第9圖繪示的玻璃瓶對玻璃瓶夾具中，並於10N負載下磨損。在相同區域再重複4次磨損程序，並測定每次磨損的摩擦係數。在磨損之間將玻璃瓶擦乾淨，而且將每次磨損的起始點放置於先前未磨損的區域上。然而，每次的磨損係於相同的「軌道」上

前進。對 30 N 和 50 N 的負載重複相同的程序。對於每一負載，將每次磨損（即 A1 - A5）的摩擦係數圖示於第 19 圖。如第 19 圖中所圖示，對於所有負載的所有磨損，塗覆 APS/Kapton 的玻璃瓶之摩擦係數大體而言係小於 0.30。該等實例證明，當將聚醯亞胺塗層施加於具有偶合劑的玻璃表面上時，聚醯亞胺塗層有改良的抗磨損性。

實例 9

【0186】 製備三組每組兩個具有 APS 塗層的玻璃瓶。將每一玻璃瓶浸塗 0.1% 的 APS（氨基丙基矽倍半氧烷）溶液，並在 100 °C 的對流烘箱中加熱 15 分鐘。將兩個玻璃瓶放在第 9 圖繪示的玻璃瓶對玻璃瓶夾具中並以 10 N 的負載磨損。在相同區域上再重複 4 次磨損程序，並測定每次磨損的摩擦係數。在磨損之間將玻璃瓶擦乾淨，而且將每次磨損的起始點放置於先前未磨損的區域上。然而，每次的磨損係於相同的「軌道」上前進。對 30 N 和 50 N 的負載重複相同的程序。對於每一負載，將每次磨損（即 A1 - A5）的摩擦係數圖示於第 20 圖。如第 20 圖中所圖示，僅塗覆 APS 的玻璃瓶之摩擦係數大體而言係大於 0.30，而且時常達到 0.6 或甚至更高。

實例 10

【0187】 製備三組每組兩個具有 APS/Kapton 塗層的玻璃瓶。在 0.1% 的 APS（氨基丙基矽倍半氧烷）溶液中浸塗每個玻璃瓶。在 100 °C 的對流烘箱中加熱 APS 塗層 15 分鐘，然後將該等玻璃瓶浸入 0.1% 聚（焦蜜石酸二酐 -

共聚-4,4'-氧代二苯胺)醯胺酸(Kapton前驅物)溶於N-甲基-2-吡咯啉酮(NMP)的溶液。之後，藉由將經塗覆的玻璃瓶放入300℃預熱好的火爐中持續30分鐘來固化塗層。然後在300℃將經塗覆的玻璃瓶去熱原(加熱)12小時。

【0188】 將兩個玻璃瓶放在第9圖繪示的玻璃瓶對玻璃瓶夾具中，並於10 N負載下磨損。在相同區域再重複4次磨損程序，並測定每次磨損的摩擦係數。在磨損之間將玻璃瓶擦乾淨，並且將每次磨損的起始點放置於先前磨損的區域上，而且每次的磨損係於相同的「軌道」上進行。對30 N和50 N的負載重複相同的程序。對於每一負載，將每次磨損(即A1-A5)的摩擦係數圖示於第21圖。如第21圖中所圖示，塗覆APS/Kapton的玻璃瓶之摩擦係數大體而言係均勻的，而且對於負載10 N和30 N導入的磨損而言，摩擦係數約為0.2。然而，當施加的負載增加到50 N時，每個後續的磨損之摩擦係數皆增加，且第五次磨損之摩擦係數稍微小於0.40。

實例11

【0189】 製備三組每組兩個具有APS(氨基丙基矽倍半氧烷)塗層的玻璃瓶。將每一玻璃瓶浸塗0.1%的APS溶液，並在100℃的對流烘箱中加熱15分鐘。然後在300℃將經塗覆的玻璃瓶去熱原(加熱)12小時。將兩個玻璃瓶放在第9圖繪示的玻璃瓶對玻璃瓶夾具中，並於10 N負載下磨損。在相同區域再重複4次磨損程序，並測定每

次磨損的摩擦係數。在磨損之間將玻璃瓶擦乾淨，並且將每次磨損的起始點放置於先前磨損的區域上，而且每次的磨損係於相同的「軌道」上前進。對30 N和50 N的負載重複相同的程序。對於每一負載，將每次磨損（即A1 - A5）的摩擦係數圖示於第22圖。如第22圖中所圖示，塗覆APS且經過去熱源12小時的玻璃瓶之摩擦係數明顯高於第20圖中圖示之塗覆APS的玻璃瓶，而且與未經塗覆的玻璃瓶所表現的摩擦係數類似，表示該等玻璃瓶可能由於磨損而遭受機械強度明顯喪失。

實例12

【0190】 製備三組每組兩個由蕭特類型1B玻璃形成且具有Kapton塗層的玻璃瓶。將該等玻璃瓶浸入0.1%聚（焦蜜石酸二酐 - 共聚 - 4,4'-氧代二苯胺）醯胺酸（Kapton前驅物）溶於N-甲基-2-吡咯啉酮（NMP）的溶液。之後，在150℃乾燥塗層20分鐘，然後藉由將經塗覆的玻璃瓶放入300℃預熱好的火爐中持續30分鐘來固化塗層。

【0191】 將兩個玻璃瓶放在第9圖繪示的玻璃瓶對玻璃瓶夾具中並以10 N的負載磨損。在相同區域上再重複4次磨損程序，並測定每次磨損的摩擦係數。在磨損之間將玻璃瓶擦乾淨，而且將每次磨損的起始點放置於先前未磨損的區域上。然而，每次的磨損係於相同的「軌道」上前進。對30 N和50 N的負載重複相同的程序。對於每一負載，將每次磨損（即A1 - A5）的摩擦係數圖示於第23

圖。如第23圖中所圖示，塗覆Kapton的玻璃瓶之摩擦係數大體而言在第一次磨損之後係增加，證實施加到玻璃且無偶合劑的聚醯亞胺塗層之耐磨損性不良。

實例13

【0192】 在凍乾之後使用第9圖中圖示的玻璃瓶對玻璃瓶夾具以30 N的負載測試實例6中塗覆APS/Novastrat® 800的玻璃瓶之摩擦係數，在凍乾之後未偵測到摩擦係數增加。第24圖所含的表顯示塗覆APS/Novastrat® 800的玻璃瓶在凍乾之前和之後的摩擦係數。

實例14

【0193】 如實例2所述使參考玻璃組成的玻璃瓶進行離子交換及塗覆，使用以下的協議高壓蒸氣處理經塗覆的玻璃瓶：在100℃蒸汽吹洗10分鐘、接著為20分鐘的停留期間（其中經塗覆的玻璃容器100曝露於121℃的環境中）、之後為121℃的處理持續30分鐘。使用第9圖中圖示的玻璃瓶對玻璃瓶夾具量測經高壓蒸氣處理與未經高壓蒸氣處理的玻璃瓶之摩擦係數，第26圖圖示在高壓蒸氣處理之前和之後塗覆APS/Novastrat® 800的玻璃瓶之摩擦係數，在高壓蒸氣處理之後未偵測到摩擦係數增加。

實例15

【0194】 製備三組玻璃瓶來評估塗層對於減輕對玻璃瓶的損傷之功效。第一組玻璃瓶塗覆有聚醯亞胺外部塗

層，且具有中間偶合劑層。該外部層係由 Novastrat® 800 聚醯亞胺組成，以聚醯胺酸溶於二甲基乙醯胺的溶液塗覆該外部層，並藉由加熱至 300℃ 而醯亞胺化。該偶合劑層係由 APS 與氨基苯基三甲氧基矽烷 (APhTMS) 以 1:8 的比例組成。在 320℃ 將這些玻璃瓶去熱原 12 小時。如同第一組玻璃瓶，將第二組玻璃瓶塗覆具有中間偶合劑層的聚醯亞胺外部塗層。在 320℃ 將第二組玻璃瓶去熱原 12 小時，然後在 121℃ 高壓蒸氣處理 1 小時。留下第三組玻璃瓶為未塗覆的。然後讓每一組玻璃瓶在 30 N 負載下進行玻璃瓶對玻璃瓶摩擦測試，將每一組玻璃瓶的摩擦係數報告於第 27 圖。每個玻璃瓶所經歷的玻璃瓶表面顯現損傷（或沒有造成損傷）的照片亦繪示於第 27 圖。如第 27 圖中所圖示的，未經塗覆的玻璃瓶通常具有大於約 0.7 的摩擦係數。測試的結果中，未經塗覆的玻璃瓶亦產生視覺可感知的損傷。然而，經塗覆的玻璃瓶具有小於 0.45 的摩擦係數，而且沒有任何視覺可感知的表面損傷。

【0195】 經塗覆的玻璃瓶還進行如上所述的去熱原、高壓蒸氣處理條件或上述兩者皆進行。第 25 圖圖示在水平壓縮測試中玻璃瓶之損壞機率為施加負載之函數。在去熱原玻璃瓶與去熱原和高壓蒸氣處理玻璃瓶之間並無統計差異。

實例 16

【0196】 現在參照第 28 圖，使用三種不同的塗層組成製備玻璃瓶，以評估不同的矽烷比例對於施加的塗層之摩

擦係數的影響。第一塗層組成包括偶合劑層和外部塗層，該偶合劑層具有比例為1:1的GAPS與氨基苯基三甲基氧基矽烷，而且該外部塗層係由1.0% Novastrat® 800聚醯亞胺所組成。第二塗層組成包括偶合劑層和外部塗層，該偶合劑層具有比例為1:0.5的GAPS與氨基苯基三甲基氧基矽烷，而且該外部塗層係由1.0% Novastrat® 800聚醯亞胺所組成。第三塗層組成包括偶合劑層和外部塗層，該偶合劑層具有比例為1:0.2的GAPS與氨基苯基三甲基氧基矽烷，而且該外部塗層係由1.0% Novastrat® 800聚醯亞胺所組成。全部的玻璃瓶都在320℃去熱原12小時，之後，使該等玻璃瓶在20 N和30 N的負載下進行玻璃瓶對玻璃瓶摩擦測試，將每個玻璃瓶之平均施加法向力、摩擦係數及最大摩擦力(F_x)報告於第28圖中。如第28圖所圖示，減少芳族矽烷（即氨基苯基三甲基氧基矽烷）的量會增加玻璃瓶之間的摩擦係數以及該等玻璃瓶所經歷的摩擦力。

實例17

【0197】 製備由類型1B離子交換玻璃形成且具有低摩擦塗層的玻璃瓶，該低摩擦塗層具有不同的矽烷比例。

【0198】 以包括偶合劑層和外部塗層的組成製備樣品，該偶合劑層係由比例1:8的0.125% APS與1.0% 氨基苯基三甲基氧基矽烷(APhTMS)所形成，該外部塗層係由0.1% Novastrat® 800聚醯亞胺所形成。在去熱原之前和之後藉由測定玻璃瓶之摩擦係數與摩擦力評估

所施加塗層之熱穩定性。具體而言，經塗覆的玻璃瓶進行負載30 N下的玻璃瓶對玻璃瓶摩擦測試，量測摩擦係數與摩擦力，並且以時間為函數繪示於第29圖中。第二組玻璃瓶在320℃進行去熱原12小時，並且進行同樣在負載30 N下的玻璃瓶對玻璃瓶摩擦測試。在去熱原之前與之後，摩擦係數皆維持相同，表示該塗層是熱穩定的。亦圖示出玻璃接觸區域的照片。

【0199】 以包括偶合劑層和外部塗層的組成製備樣品，該偶合劑層係由比例1:8的0.625% APS與0.5%氨基苯基三甲基氧基矽烷(A Ph T M S)所形成，該外部塗層係由0.05% Novastrat® 800聚醯亞胺所形成。在去熱原之前和之後藉由測定玻璃瓶之摩擦係數與摩擦力評估所施加塗層之熱穩定性。具體而言，經塗覆的玻璃瓶進行負載30 N下的玻璃瓶對玻璃瓶摩擦測試，量測摩擦係數與摩擦力，並且以時間為函數繪示於第37圖中。第二組玻璃瓶在320℃進行去熱原12小時，並且進行同樣在負載30 N下的玻璃瓶對玻璃瓶摩擦測試。在去熱原之前與之後，摩擦係數皆維持相同，表示該塗層是熱穩定的。亦圖示出玻璃接觸區域的照片。

【0200】 第38圖圖示在水平壓縮測試中玻璃瓶之損壞機率為施加負載之函數，該等玻璃瓶為具有比例1:8的0.125% APS和1.0%氨基苯基三甲基氧基矽烷(A Ph T M S)所形成的低摩擦塗層和由0.1% Novastrat® 800聚醯亞胺形成的外部塗層（第38圖上

圖示為「260」)，以及具有比例1:8的0.0625% APS和0.5%氨基苯基三甲基氧基矽烷(A Ph T M S)所形成的低摩擦塗層和由0.05% Novastrat® 800聚醯亞胺形成的外部塗層(第38圖上圖示為「280」)。亦圖示出玻璃接觸區域之照片。對於經塗覆、經去熱原及刮傷的樣品，數據顯示損壞負載維持與未塗覆、未刮傷的樣品相同，證明該塗層可保護玻璃免於損傷。

【0201】以具有不同矽烷比例的低摩擦塗層製備玻璃瓶。使用包括偶合劑層和外部塗層的組成製備樣品，該偶合劑層係由比例1:1的0.5% Dynasylan® Hydrosil 1151與0.5%氨基苯基三甲基氧基矽烷(A Ph T M S)所形成，該外部塗層係由0.05%的Novastrat® 800聚醯亞胺所形成。在去熱原之前和之後藉由測定玻璃瓶之摩擦係數與摩擦力來評估所施加塗層之熱穩定性。具體而言，經塗覆的玻璃瓶在負載30 N之下進行玻璃瓶對玻璃瓶摩擦測試。量測摩擦係數與摩擦力，並以時間為函數繪示於第39圖。第二組玻璃瓶在320℃去熱原12小時，並在負載30 N之下進行相同的玻璃瓶對玻璃瓶摩擦測試。在去熱原之前和之後摩擦係數保持相同，表示塗層為熱穩定的。亦圖示玻璃接觸區域的照片，這表示氨基矽烷的水解產物(例如氨基矽倍半氧烷)亦可用於塗層配方。

【0202】亦評估所施加塗層在一系列去熱原條件下之熱穩定性。具體而言，使用包括偶合劑層和外部塗層的組成製備類型1B經離子交換的玻璃瓶，該偶合劑層具有比

例 1:1 的 GAPS (0.5%) 和氨基苯基三甲基氧基矽烷 (0.5%)，且該外部塗層係由 0.5% 的 Novastrat® 800 聚醯亞胺所組成。使樣品玻璃瓶進行以下去熱原循環中之一者：在 320 °C 12 小時；在 320 °C 24 小時；在 360 °C 12 小時；或在 360 °C 24 小時。然後使用玻璃瓶對玻璃瓶摩擦測試量測摩擦係數和摩擦力，並以時間為函數繪製每一種去熱原條件，如第 30 圖所圖示。如第 30 圖所圖示，玻璃瓶之摩擦係數並未隨著去熱原條件而改變，表示塗層是熱穩定的。第 40 圖圖示在 360 °C 和 320 °C 改變熱處理時間之後的摩擦係數。

實例 18

【0203】如實例 2 中所述使用 APS / Novastrat 800 塗層塗覆玻璃瓶，在波長介於 400 - 700 nm 的範圍內使用光譜儀量測經塗覆的玻璃瓶與未經塗覆的玻璃瓶之透光率。該量測之進行係使光束直接垂直於容器壁，使得光束通過低摩擦塗層兩次，第一次是在進入容器的時候，而之後是在離開容器的時候。第 11 圖圖示經塗覆的玻璃瓶與未經塗覆的玻璃瓶在 400 - 700 nm 的可見光光譜之光穿透率數據，線 440 圖示未經塗覆的玻璃容器，而線 442 圖示經塗覆的玻璃容器。

實例 19

【0204】將玻璃瓶塗覆 0.25% GAPS / 0.25% APhTMS 偶合劑和 1.0% 的 Novastrat® 800 聚醯亞

胺，並在320℃去熱原12小時之前和之後測試透光率。亦測試未經塗覆的玻璃瓶，將結果圖示於第46圖。

實例20

【0205】為了改善聚醯亞胺塗層之均勻度，將Novastrat® 800聚醯胺酸轉化為聚醯胺酸鹽並溶於甲醇中，與藉由將4克的三乙胺加入1升的甲醇中、然後加入Novastrat® 800聚醯胺酸以形成0.1%的溶液之二甲基乙醯胺相比，溶劑蒸發地明顯更快。

【0206】在1B離子交換玻璃瓶上的塗層係由GAPS/1.0% APhTMS溶於甲醇/水混合物和0.1% Novastrat® 800聚醯胺酸鹽溶於甲醇所形成，經塗覆的玻璃瓶在360℃去熱原12小時，並將未去熱原與去熱原的樣品在玻璃瓶對玻璃瓶夾具中以10、20及30 N的法向負載刮傷。在10 N、20 N及30 N的法向力未觀察到玻璃損傷。第1圖圖示在360℃熱處理12小時之後樣品之摩擦係數、施加力及摩擦力。第42圖圖示在樣品之水平壓縮測試中損壞機率為施加負載之函數，統計上來說，在10 N、20 N及30 N的樣品組彼此是難以辨別的，低負載損壞的樣品從遠離刮痕的起點開始破裂。

【0207】使用橢圓偏光儀和掃描式電子顯微鏡(SEM)估計塗層之厚度，分別圖示於第43-45圖。用於塗層厚度量測的樣品係使用矽晶圓(橢圓偏光儀)與載玻片(SEM)所生產，該方法顯示矽倍半氧烷結合層之厚度從55 nm

變化到 180 nm，且 Novastrat® 800 聚醯胺酸鹽之厚度為 35 nm。

實例 21

【0208】 使用 0.5% GAPS、0.5% APhTMS 溶於甲醇/水體積/體積比為 75/25 的混合物之溶液浸塗電漿清洗過的矽晶圓片，使塗層曝露於 120℃ 持續 15 分鐘，使用橢圓偏光儀測定塗層的厚度。製備三種樣品，並且分別具有 92.1 nm、151.7 nm 及 110.2 nm 的厚度，標準差為 30.6 nm。

【0209】 浸塗載玻片並以掃描式電子顯微鏡 (SEM) 檢視，第 43 圖圖示沉浸於 1.0% GAPS、1.0% APhTMS 及 0.3% NMP 的塗層溶液並以 8 mm/s 拉出率拉出、在 150℃ 固化 15 分鐘後的載玻片之 SEM 影像，塗層厚度為約 93 nm。第 44 圖圖示沉浸於 1.0% GAPS、1.0% APhTMS 及 0.3% NMP 的塗層溶液並以 4 mm/s 拉出率拉出、在 150℃ 固化 15 分鐘後的載玻片之 SEM 影像，塗層厚度為約 55 nm。第 45 圖圖示沉浸於 0.5 Novastrat® 800 溶液並以 2 mm/s 拉出率拉出、在 150℃ 固化 15 分鐘及在 320℃ 熱處理 30 分鐘後的載玻片之 SEM 影像，塗層厚度為約 35 nm。

比較實例 A

【0210】 將由類型 1B 玻璃形成的玻璃瓶塗覆稀釋的拜耳矽氧烷水性乳液塗層，拜耳矽氧烷水性乳液係由 Baysilone M 製成且具有約 1-2% 的固體含量。將該等

玻璃瓶在 150°C 處理 2 小時，以從表面驅離水分，而在玻璃的外部表面上留下聚二甲基矽氧烷塗層。該塗層之公稱為約 200 nm 。將第一組玻璃瓶保持在未經處理的狀態（即「初塗覆的玻璃瓶」）。第二組玻璃瓶在 280°C 處理 30 分鐘（即「經處理的玻璃瓶」）。首先使用 UMT-2 摩擦計將一些來自每一組的玻璃瓶藉由從 $0-48\text{ N}$ 線性增加的負載施加長度約 20 mm 的刮痕來進行機械測試。評估刮痕之摩擦係數和形態，以判斷刮痕程序是否損傷玻璃，或塗層是否保護玻璃免於因刮痕而產生損傷。

【0211】 第 33 圖為圖示初塗覆的玻璃瓶之摩擦係數、刮痕延伸、施加的法向力及摩擦力（y 座標）為施加刮痕之長度（x 座標）的函數之圖。如同第 33 圖所繪示的，初塗覆的玻璃瓶在高達約 30 N 的負載下顯現約 0.03 的摩擦係數。數據顯示在低於約 30 N 之下摩擦係數總是低於 0.1 。然而，在大於 30 N 的法向力下，塗層開始損壞，如沿著刮痕長度存在的玻璃花紋所指。玻璃花紋表示玻璃表面損傷及由於該損傷增加的玻璃損壞傾向。

【0212】 第 34 圖為圖示經處理的玻璃瓶之摩擦係數、刮痕延伸、施加的法向力及摩擦力（y 座標）為施加刮痕之長度（x 座標）的函數之圖。對於經處理的玻璃瓶，摩擦係數保持在低水平，直到所施加的負載到達約 5 N 的值。在該點塗層開始損壞，而且由增加的負載所出現的增加玻璃花紋量可證明玻璃表面被嚴重損傷。經處理的玻璃瓶之摩擦係數增加到約 0.5 。然而，塗層於熱曝露之後在

30 N 的負載下無法保護玻璃表面，表示塗層為非熱穩定的。

【0213】 然後藉由施加30 N的靜態負載通過20 mm刮痕的整個長度來測試玻璃瓶。在水平壓縮中藉由施加30 N靜態負載通過20 mm刮痕的整個長度來測試十個初塗覆玻璃瓶的樣品和十個經處理玻璃瓶的樣品。初塗覆玻璃瓶的樣品中沒有在刮痕損壞的，而10個經處理玻璃瓶中有6個在刮痕損壞，表示經處理的玻璃瓶具有較低的保留強度。

比較實例B

【0214】 將 Wacker Silres MP50 (part #60078465 lot #EB21192) 溶液稀釋到2%並施加於由參考玻璃組成形成的玻璃瓶。首先在塗覆之前藉由施加電漿10秒鐘來清洗該等玻璃瓶。在315℃乾燥該等玻璃瓶15分鐘，以從塗層驅離水分。將第一組玻璃瓶保持在「初塗覆的」狀態。第二組玻璃瓶在溫度從250℃到320℃的範圍中處理30分鐘（即「經處理的玻璃瓶」）。首先使用UMT-2摩擦計將一些來自每一組的玻璃瓶藉由從0-48 N線性增加的負載施加長度約20 mm的刮痕來進行機械測試。評估刮痕之摩擦係數和形態，以判斷刮痕程序是否損傷玻璃，或塗層是否保護玻璃免於因刮痕而產生損傷。

【0215】 第35圖為圖示初塗覆的玻璃瓶之摩擦係數、刮痕延伸、施加的法向力及摩擦力（y座標）為施加刮痕

之長度（ x 座標）的函數之圖。初塗覆的玻璃瓶顯現對塗層的損傷，但沒有對玻璃的損傷。

【0216】第36圖為圖示在 280°C 處理的經處理玻璃瓶之摩擦係數、刮痕延伸、施加的法向力及摩擦力（ y 座標）為施加刮痕之長度（ x 座標）的函數之圖。經處理的玻璃瓶在施加負載大於約 20 N 時顯現明顯的玻璃表面損傷。亦確定的是玻璃損傷的負載限值隨著熱曝露溫度提高而降低，表示塗層隨著溫度上升而退化（即塗層為非熱穩定的）。在溫度低於 280°C 下處理的樣品在負載高於 30 N 時才出現玻璃損傷。

比較實例C

【0217】以稀釋為在水中有 2% 固體的Evonik Silikophen P 40/W處理由參考玻璃組成形成的玻璃瓶，然後在 150°C 乾燥樣品持續 15 分鐘，並且後續在 315°C 固化 15 分鐘。將第一組玻璃瓶保持在「初塗覆的」狀態。第二組玻璃瓶在 260°C 的溫度下處理 30 分鐘（即「 260°C 處理的玻璃瓶」）。第三組玻璃瓶在 280°C 的溫度下處理 30 分鐘（即「 280°C 處理的玻璃瓶」）。使用第9圖中繪示的測試夾具以 30 N 的靜態負載刮傷該等玻璃瓶，然後在水平壓縮中測試該等玻璃瓶。 260°C 處理的玻璃瓶和 280°C 處理的玻璃瓶在壓縮中損壞，而 16 個初塗覆的玻璃瓶中有 2 個在刮傷處損壞，這表示塗層在曝露於升溫下會退化，結果塗層無法適當地保護表面免於遭受 30 N 的負載傷害。

【0218】 基於以上所述，應瞭解的是本文中係揭示經塗覆的玻璃物件之各種態樣。依據第一態樣，一種經塗覆的玻璃物件包含：包含第一表面的玻璃主體；以及位於該玻璃主體之該第一表面之至少一部分上的低摩擦塗層，該低摩擦塗層包含聚合物化學組合物，其中：該經塗覆的玻璃物件在至少約 260°C 或甚至 280°C 的溫度下持續30分鐘係熱穩定的。用語熱穩定的意指(1)該外部表面具有該低摩擦塗層之該部分之磨損區域在曝露於指定的升溫下持續30分鐘並且在30 N的負載之下磨損之後具有小於0.7的摩擦係數，而且沒有可看見的損傷；以及(2)在曝露於 280°C 的升溫持續30分鐘並且在30 N的負載之下磨損之後，該經塗覆的玻璃物件在水平壓縮中之保留強度不降低超過20%。在本第一態樣之一些實施例中，對於從約400 nm至約700 nm的波長，通過該經塗覆的玻璃物件之透光率係大於或等於通過未經塗覆的玻璃物件之透光率之約55%。在本第一態樣之一些實施例中，當以約 $10^{\circ}\text{C}/\text{分鐘}$ 的升溫速率從溫度 150°C 加熱至 350°C 時，該低摩擦塗層具有小於該低摩擦塗層之質量之約5%的質量損失。

【0219】 在第二態樣中，一種經塗覆的玻璃物件，包含：一玻璃主體，包含一第一表面；以及一低摩擦塗層，位於該玻璃主體之該第一表面之至少一部分上，該低摩擦塗層包含：一聚合物化學組合物；以及一偶合劑，包含以下之至少一者：一第一矽烷化學組合物、該第一矽烷化學組合物之一水解產物或該第一矽烷化學組合物之一寡聚

物，其中該第一矽烷化學組合物係一芳族矽烷化學組合物；以及一化學組合物，由至少該第一矽烷化學組合物與一第二矽烷化學組合物之寡聚作用所形成，其中：該第一矽烷化學組合物與該第二矽烷化學組合物係不同的化學組合物；該經塗覆的玻璃物件在至少約 260°C 的溫度下持續30分鐘係熱穩定的；對於從約400 nm至約700 nm的波長，一通過該經塗覆的玻璃物件之透光率係大於或等於一通過一未經塗覆的玻璃物件之透光率之約55%；以及當以約 $10^{\circ}\text{C}/\text{分鐘}$ 的升溫速率從溫度 150°C 加熱至 350°C 時，該低摩擦塗層具有一質量損失，該質量損失係小於該低摩擦塗層之質量之約5%。

【0220】 在第三態樣中，一種經塗覆的玻璃物件包含包含第一表面的玻璃主體；位於該玻璃主體之該第一表面之至少一部分上的低摩擦塗層，該低摩擦塗層包含：包含一或多個矽烷化學組合物之寡聚物的偶合劑，其中該寡聚物為矽倍半氧烷化學組合物，而且該矽烷化學組合物之至少一者包含至少一芳族部分及至少一胺部分；以及由至少一第一二胺單體化學組合物、第二二胺單體化學組合物及二酞單體化學組合物之聚合作用所形成的聚醯亞胺化學組合物，其中該第一二胺單體化學組合物與該第二二胺單體化學組合物不同。

【0221】 在第四態樣中，一種經塗覆的玻璃物件包含包含第一表面的玻璃主體；以及位於該玻璃主體之該第一表面之至少一部分上的低摩擦塗層，該低摩擦塗層包含聚合

物化學組合物，其中：該經塗覆的玻璃物件在至少約 300 °C 的溫度下持續 30 分鐘係熱穩定的；以及對於從約 400 nm 至約 700 nm 的波長，通過該經塗覆的玻璃物件之透光率係大於或等於通過未經塗覆的玻璃物件之透光率之約 55 %。

【0222】 在第五態樣中，經塗覆的玻璃物件包含：包含第一表面與第二表面的玻璃主體，該第二表面位於該第一表面之反側，其中該第一表面係玻璃容器之外部表面；以及與該玻璃主體之該第一表面之至少一部分結合的低摩擦塗層，該低摩擦塗層包含聚合物化學組合物，其中：該經塗覆的玻璃物件在至少約 280 °C 的溫度下持續 30 分鐘係熱穩定的；以及對於從約 400 nm 至約 700 nm 的波長，通過該經塗覆的玻璃物件之透光率係大於或等於通過未經塗覆的玻璃物件之透光率之約 55 %。

【0223】 在第六態樣中，一種經塗覆的玻璃物件包含：包含第一表面的玻璃主體；以及與該玻璃主體之該第一表面之至少一部分結合的低摩擦塗層，該低摩擦塗層包含：位於該玻璃主體之該第一表面上的偶合劑層，該偶合劑層包含偶合劑，該偶合劑包含以下之至少一者：第一矽烷化學組合物、該第一矽烷化學組合物之水解產物或該第一矽烷化學組合物之寡聚物，其中該第一矽烷化學組合物係芳族矽烷化學組合物；以及由至少該第一矽烷化學組合物與第二矽烷化學組合物之寡聚作用所形成的化學組合物，位於該偶合劑層上方的聚合物層，該聚合物層包含聚醯亞胺

化學組合物；以及其中：該第一矽烷化學組合物與該第二矽烷化學組合物係不同的化學組合物；該經塗覆的玻璃物件在至少約 280 °C 的溫度下持續 30 分鐘係熱穩定的；以及對於從約 400 nm 至約 700 nm 的波長，通過該經塗覆的玻璃物件之透光率係大於或等於通過未經塗覆的玻璃物件之透光率之約 55 %。

【0224】 在第七態樣中，一種經塗覆的玻璃物件包含：包含第一表面的玻璃主體；與該玻璃主體之該第一表面之至少一部分結合的低摩擦塗層，該低摩擦塗層包含：包含偶合劑的偶合劑層，該偶合劑包含一或多個矽烷化學組合物之寡聚物，其中該寡聚物為矽倍半氧烷化學組合物，而且該矽烷化學組合物之至少一者包含至少一芳族部分及至少一胺部分；聚合物層，該聚合物層包含聚醯亞胺化學組合物，該聚醯亞胺化學組合物係由至少一第一二胺單體化學組合物、第二二胺單體化學組合物及二酐單體化學組合物之聚合作用所形成，其中該第一二胺單體化學組合物與該第二二胺單體化學組合物不同；以及包含一或多個該聚合物層之化學組合物的界面層，該一或多個該聚合物層之化學組合物與該偶合劑層之一或多個化學組合物鍵結。

【0225】 第八態樣包括該第一至第四、第六或第七態樣任一者之該經塗覆的玻璃物件，其中：該玻璃主體為包含第二表面的玻璃容器，該第二表面位於該第一表面之反側；以及該第一表面係該玻璃容器之外部表面。

【0226】 第九態樣包括該第一至第七態樣任一者之該經塗覆的玻璃物件，其中該經塗覆的玻璃物件係藥物包裝。

【0227】 第十態樣包括該第九態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該藥物包裝含有藥物組合物。

【0228】 第十一態樣包括該第一至第七態樣任一者之該經塗覆的玻璃物件，其中該玻璃主體包含經離子交換的玻璃。

【0229】 第十二態樣包括該第一至第五態樣任一者之該經塗覆的玻璃物件，其中該低摩擦塗層包含：位於該玻璃主體之該第一表面上的偶合劑層，該偶合劑層包含該偶合劑；以及，位於該偶合劑層上方的聚合物層，該聚合物層包含該聚合物化學組合物。

【0230】 第十三態樣包括該第六或第十二態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中：該低摩擦塗層進一步包含位於該偶合劑層與該聚合物層之間的界面層；以及該界面層包含一或多個該聚合物層之化學組合物，該一或多個該聚合物層之化學組合物與該偶合劑層之一或多個化學組合物鍵結。

【0231】 第十四態樣包括該第一至第七態樣任一者之該經塗覆的玻璃物件，其中該經塗覆的玻璃物件之具有該低摩擦塗層的部分之摩擦係數係比由相同玻璃組成形成的未經塗覆的玻璃物件之表面之摩擦係數小至少20%。

【0232】 第十五態樣包括該第一至第七態樣任一者之該經塗覆的玻璃物件，其中該經塗覆的玻璃物件之具有該低摩擦塗層的該部分在曝露於高壓蒸氣處理條件之後具有小於或等於約0.7的摩擦係數。

【0233】 第十六態樣包括該第一至第七態樣任一者之該經塗覆的玻璃物件，其中該經塗覆的玻璃物件之具有該低摩擦塗層的該部分在該經塗覆的玻璃物件被浸入溫度約70℃的水浴持續1小時之後具有小於或等於約0.7的摩擦係數。

【0234】 第十七態樣包括該第一至第七態樣任一者之該經塗覆的玻璃物件，其中該經塗覆的玻璃物件之具有該低摩擦塗層的該部分在曝露於凍乾條件之後具有小於或等於約0.7的摩擦係數。

【0235】 第十八態樣包括該第一、第四或第五態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該低摩擦塗層進一步包含偶合劑。

【0236】 第十九態樣包括該第十八態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該偶合劑包含以下之至少一者：第一矽烷化學組合物、該第一矽烷化學組合物之水解產物或該第一矽烷化學組合物之寡聚物；以及由至少該第一矽烷化學組合物與第二矽烷化學組合物之寡聚作用所形成的化學組合物，其中該第一矽烷化學組合物與該第二矽烷化學組合物係不同的化學組合物。

【0237】第二十態樣包括第十九態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該第一矽烷化學組合物為芳族矽烷化學組合物。

【0238】第二十一態樣包括該第十八態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該偶合劑包含矽倍半氧烷化學組合物。

【0239】第二十二態樣包括第二十一態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該矽倍半氧烷化學組合物包含芳族部分。

【0240】第二十三態樣包括第二十二態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該矽倍半氧烷化學組合物進一步包含胺部分。

【0241】第二十四態樣包括該第十八態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該偶合劑包含以下之至少一者：第一矽烷化學組合物與第二矽烷化學組合物之混合物；以及由至少該第一矽烷化學組合物與該第二矽烷化學組合物之寡聚作用所形成的化學組合物，其中該第一矽烷化學組合物與該第二矽烷化學組合物係不同的化學組合物。

【0242】第二十五態樣包括該第二十四態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該第一矽烷化學組合物係芳族矽烷化學組合物。

【0243】第二十六態樣包括該第十八態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該第一矽烷化學組合物係芳族矽烷化學組合物。

【0244】第二十七態樣包括該第二、第六或第二十六態樣任一者之該經塗覆的玻璃物件，其中該第一矽烷化學組合物包含至少一胺部分。

【0245】第二十八態樣包括該第二、第六或第二十六態樣任一者之該經塗覆的玻璃物件，其中該第一矽烷化學組合物為芳族烷氧基矽烷化學組合物、芳族醯氧基矽烷化學組合物、芳族鹵素矽烷化學組合物或芳族氨基矽烷化學組合物。

【0246】第二十九態樣包括該第二、第六或第二十六態樣任一者之該經塗覆的玻璃物件，其中該第一矽烷化學組合物係選自於由氨基苯基、3-(間-氨基苯氧基)丙基、N-苯基氨基丙基或(氯甲基)苯基取代的烷氧基、醯氧基、鹵素或氨基矽烷所組成之群組。

【0247】第三十態樣包括該第二、第六或第二十六態樣任一者之該經塗覆的玻璃物件，其中該第一矽烷化學組合物為氨基苯基三甲氧基矽烷。

【0248】第三十一態樣包括該第二、第六或第二十六態樣任一者之該經塗覆的玻璃物件，其中該偶合劑包含以下之至少一者：該第一矽烷化學組合物與該第二矽烷化學組合物之混合物，其中該第二矽烷化學組合物係脂族矽烷化學組合物；以及由至少該第一矽烷化學組合物與該第二矽烷化學組合物之寡聚作用所形成的化學組合物。

【0249】第三十二態樣包括該第三十一態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該第一矽烷化學組合物與該第二矽烷化學組合物之莫耳比係從約0.1:1至約10:1。

【0250】第三十三態樣包括該第三十一態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該第一矽烷化學組合物為芳族烷氧基矽烷化學組合物，該芳族烷氧基矽烷化學組合物包含至少一胺部分，並且該第二矽烷化學組合物為脂族烷氧基矽烷化學組合物，該脂族烷氧基矽烷化學組合物包含至少一胺部分。

【0251】第三十四態樣包括該第三十一態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該第一矽烷化學組合物係選自於由氨基苯基、3-(間-氨基苯氧基)丙基、N-苯基氨基丙基或(氯甲基)苯基取代的烷氧基、鹵素或氨基矽烷、上述物質之水解產物或上述物質之寡聚物所組成之群組，並且該第二矽烷化學組合物係選自於由3-氨基丙基、N-(2-氨基乙基)-3-氨基丙基、乙烯基、甲基、N-苯基氨基丙基、(N-苯基氨基)甲基、N-(2-乙烯基苄基氨基乙基)-3-氨基丙基取代的烷氧基、鹵素或氨基矽烷、上述物質之水解產物或上述物質之寡聚物所組成之群組。

【0252】第三十五態樣包括該第三十一態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該第一矽烷化學組合物包含至少一胺部分，並且該第二矽烷化學組合物包含至少一胺部分。

【0253】第三十六態樣包括該第三十一態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該第一矽烷化學組合物為氨基苯基三

甲氧基矽烷，並且該第二矽烷化學組合物為3-氨基丙基三甲氧基矽烷。

【0254】第三十七態樣包括該第三或第七態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該寡聚物係由至少氨基苯基三甲氧基矽烷所形成。

【0255】第三十八態樣包括該第三或第七態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該寡聚物係由至少氨基苯基三甲氧基矽烷與氨基丙基三甲氧基矽烷所形成。

【0256】第三十九態樣包括該第三或第七態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該第一二胺單體化學組合物為鄰-聯甲苯胺，該第二二胺單體化學組合物為4,4'-亞甲基-雙(2-甲基苯胺)，以及該二酐單體化學組合物為二苯基酮-3,3',4,4'-四羧酸二酐。

【0257】第四十態樣包括該第一、第二、第四或第五態樣任一者之該經塗覆的玻璃物件，其中該聚合物化學組合物為聚醯亞胺化學組合物。

【0258】第四十一態樣包括該第一、第二、第四或第五態樣任一者之該經塗覆的玻璃物件，其中該聚合物化學組合物係由以下之聚合作用形成的聚醯亞胺化學組合物：至少一包含至少二胺部分的單體化學組合物；以及至少一包含至少二酐部分並具有二苯基酮結構的單體化學組合物。

【0259】第四十二態樣包括該第四十一態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該包含至少二酐部分的單體化學組合物為二苯基酮-3,3',4,4'-四羧酸二酐。

【0260】第四十三態樣包括該第一、第二、第四或第五態樣任一者之該經塗覆的玻璃物件，其中該聚合物化學組合物係由至少以下之聚合作用所形成的聚醯亞胺化學組合物：第一單體化學組合物，該第一單體化學組合物包含至少二胺部分；第二單體化學組合物，該第二單體化學組合物包含至少二胺部分；以及第三單體化學組合物，該第三單體化學組合物包含至少二酐部分；其中該第一單體化學組合物與該第二單體化學組合物不同。

【0261】第四十四態樣包括該第四十三態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該第三單體化學組合物具有二苯基酮結構。

【0262】第四十五態樣包括該第四十四態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該第三單體組合物為二苯基酮-3,3',4,4'-四羧酸二酐。

【0263】第四十六態樣包括該第四十三態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該第一單體化學組合物包含二芳族環部分。

【0264】第四十七態樣包括該第四十六態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該第一單體化學組合物之該二芳族環部分係彼此直接鍵結。

【0265】第四十八態樣包括該第四十七態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該第二單體化學組合物包含二芳族環部分，並且該第二單體化學組合物之該二芳族環部分係與烷基部分鍵結。

【0266】第四十九態樣包括該第四十八態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該第一單體化學組合物與該第二單體化學組合物之莫耳比係介於約0.01:0.49至約0.40:0.10之間。

【0267】第五十態樣包括該第四十六態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該第一單體化學組合物之該二芳族環部分係與烷基部分鍵結。

【0268】第五十一態樣包括該第四十六態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該第一單體化學組合物包含聯甲苯胺結構。

【0269】第五十二態樣包括該第五十一態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該第一單體化學組合物為鄰-聯甲苯胺。

【0270】第五十三態樣包括該第五十一態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該第一單體化學組合物為4,4'-亞甲基-雙(2-甲基苯胺)。

【0271】第五十四態樣包括該第五十一態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該第一單體化學組合物為鄰-聯甲苯胺，並且該第二單體化學組合物為4,4'-亞甲基-雙(2-甲基苯胺)。

【0272】第五十五態樣包括該第四十六態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該第二單體化學組合物包含芳族環部分。

【0273】第五十六態樣包括該第一至第五十五態樣任一者之該經塗覆的玻璃物件，其中當以約 10°C /分鐘的升溫速率從溫度 150°C 加熱至 350°C 時，該低摩擦塗層具有小於該低摩擦塗層之質量之約5%的質量損失。

【0274】在第五十七態樣中，一種用於基板的低摩擦塗層，該低摩擦塗層包含：聚醯亞胺化學組合物；以及偶合劑，該偶合劑包含以下之至少一者：第一矽烷化學組合物、該第一矽烷化學組合物之水解產物或該第一矽烷化學組合物之寡聚物及第二矽烷化學組合物、該第二矽烷化學組合物之水解產物或該第二矽烷化學組合物之寡聚物之混合物，其中該第一矽烷化學組合物為芳族矽烷化學組合物，並且該第二矽烷化學組合物為脂族矽烷化學組合物；以及由至少該第一矽烷化學組合物與該第二矽烷化學組合物之寡聚作用所形成的化學組合物，其中：該經塗覆的玻璃物件在至少約 260°C 的溫度下持續30分鐘係熱穩定的；對於從約400 nm至約700 nm的波長，通過該經塗覆的玻璃物件之透光率係大於或等於通過未經塗覆的玻璃物件之透光率之約55%；以及當以約 10°C /分鐘的升溫速率從溫度 150°C 加熱至 350°C 時，該低摩擦塗層具有小於該低摩擦塗層之質量之約5%的質量損失。

【0275】第五十八態樣包括該第五十七態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該玻璃主體包含經離子交換的玻璃。

【0276】第五十九態樣包括該第五十七態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該聚醯亞胺化學組合物係由以下之聚

合作用所形成：至少一包含至少二胺部分的單體化學組合物；以及至少一包含至少二酐部分並具有二苯基酮結構的單體化學組合物。

【0277】 第六十態樣包括該第五十七態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該聚醯亞胺化學組合物係由至少二苯基酮-3,3',4,4'-四羧酸二酐、鄰-聯甲苯胺及4,4'-亞甲基-雙(2-甲基苯胺)之聚合作用所形成。

【0278】 第六十一態樣包括該第五十七態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該第一矽烷化學組合物包含至少一胺部分。

【0279】 第六十二態樣包括該第五十七態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該第一矽烷化學組合物為氨基苯基三甲氧基矽烷，並且該第二矽烷化學組合物為3-氨基丙基三甲氧基矽烷。

【0280】 在第六十三態樣中，一種生產經塗覆的玻璃容器之方法，包含以下步驟：將複數個玻璃容器裝入卡盒中；將該卡盒和該複數個玻璃容器浸沒於熔融鹼金屬鹽浴中；從該熔融鹼金屬鹽浴中移出該卡盒和該等玻璃容器；將該卡盒和該複數個玻璃容器浸沒於水浴中，以從該等玻璃容器移出殘餘的鹼金屬鹽；使用去離子水洗滌該等玻璃容器；以及以低摩擦塗層塗覆該等玻璃容器。

【0281】 第六十四態樣包括該第六十三態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中在被浸沒於該熔融鹼金屬鹽浴之前預熱該卡盒和該複數個玻璃容器。

【0282】 第六十五態樣包括該第六十三態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該熔融鹼金屬鹽浴為溫度大於或等於約350℃而且小於或等於約500℃的100% KNO_3 。

【0283】 第六十六態樣包括該第六十三態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該卡盒和該等玻璃容器被保持在該熔融鹼金屬鹽浴中持續一段足以於該玻璃容器之該表面中實現高達約100 μm 的層深及大於或等於300 MPa的壓縮應力之保持時間。

【0284】 第六十七態樣包括該第六十五態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該保持時間係短於30小時。

【0285】 第六十八態樣包括該第六十三態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中，在該卡盒和該等玻璃容器被從該熔融鹼金屬鹽浴中移出之後，將該卡盒圍繞水平軸旋轉，以從該等玻璃容器排空熔融鹽。

【0286】 第六十九態樣包括該第六十三態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中當旋轉該卡盒時，該卡盒和該等玻璃容器係懸掛於該熔融鹼金屬鹽浴上方。

【0287】 第七十態樣包括該第六十三態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中在被浸沒於該水浴之前冷卻該卡盒和該等玻璃容器。

【0288】 第七十一態樣包括該第六十三態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該水浴為第一水浴，並且在被浸沒於該第一水浴之後，將該卡盒和該等玻璃容器浸沒於第二水浴。

【0289】 第七十二態樣包括該第六十三態樣之該經塗覆的玻璃物件，進一步包含在去離子水中洗滌該等玻璃容器之前從該卡盒卸載該等玻璃容器。

【0290】 第七十三態樣包括該第六十三態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中使用低摩擦塗層塗覆該等玻璃容器包含施加塗層溶液至該等玻璃容器。

【0291】 第七十四態樣包括該第六十三態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中使用低摩擦塗層塗覆該等玻璃容器包含：施加偶合劑於該等玻璃容器之外部表面；以及施加聚合物塗層於該等玻璃容器之該偶合劑上方。

【0292】 第七十五態樣包括該第七十四態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中將該偶合劑和該聚合物塗層溶液浸塗於該玻璃容器上。

【0293】 第七十六態樣包括該第七十四態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中將該偶合劑和該聚合物塗層溶液噴塗於該玻璃容器上。

【0294】 第七十七態樣包括該第七十四態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中將該偶合劑和該聚合物塗層溶液噴霧於該玻璃容器上。

【0295】 第七十八態樣包括該第七十四態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中藉由任何的溶液轉移技術（擦拭、刷、印刷、捲上等）將該偶合劑和該聚合物塗層溶液轉移至該玻璃容器上。

【0296】 第七十九態樣包括該第七十四態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中在施加該聚合物塗層溶液之前熱處理具有施加的偶合劑之該玻璃表面。

【0297】 第八十態樣包括該第七十九態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中藉由在烘箱中加熱該玻璃容器而熱處理具有施加的偶合劑之該玻璃表面。

【0298】 第八十一態樣包括該第七十四態樣之該經塗覆的玻璃物件，進一步包含在將該聚合物塗層溶液施加於該玻璃容器之後固化該聚合物塗層溶液。

【0299】 第八十二態樣包括該第七十四態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中該偶合劑及/或聚合物塗層係熱固化的。

【0300】 第八十三態樣包括該第七十四態樣之該經塗覆的玻璃物件，其中使用紫外光固化該偶合劑及/或聚合物塗層。

【0301】 現在應瞭解的是，本文所述具有低摩擦塗層的玻璃容器由於應用低摩擦塗層的結果表現出改良的抗機械損傷，因此，玻璃容器具有增強的機械耐久性。此性質使玻璃容器非常適合使用於各種應用中，包括但不限於藥物包裝材料。

【0302】 對於本技術領域中具有通常知識者而言，顯而易見的是在不偏離主張的標的物之精神和範圍下，可以對本文所述的實施例作出各種修改和變化。因此，本說明書旨在涵蓋本文所述的各種實施例之修改和變化，而且前提

是這樣的修改和變化都在所附申請專利範圍及其等同物的範圍內。

【符號說明】

【 0 3 0 3 】

100	玻璃容器	102	玻璃本體
104	玻璃容器壁	106	內部容積
108	外部表面	110	內部表面
120	低摩擦塗層	122	外表面
124	玻璃本體接觸表面	170	聚合物層
180	偶合劑層	190	界面層
200	測試夾具	210	第一玻璃容器
212	第一夾鉗	214	第一固定臂
216	第一基座	220	第二玻璃容器
222	第二夾鉗	224	第二固定臂
226	第二基座	230	接觸點
440	線	442	線
500	製程流程圖	502	步驟
504	步驟	506	步驟
508	步驟	510	步驟
512	步驟	514	步驟
516	步驟	518	步驟
520	步驟	521	步驟
522	步驟	602	卡槽裝載器

604	卡槽	606	傳送帶
608	卡盒	610	卡盒裝載器
612	卡盒傳送裝置	614	離子交換槽
616	熔融鹽	618	沖洗槽
620	水浴	622	噴嘴
624	去離子水	626	第一沉浸槽
628	偶合劑	630	塗層沉浸槽
632	塗覆溶液	900	玻璃容器
1000	玻璃管儲料		

【生物材料寄存】

【 0 3 0 4 】 國內寄存資訊 (請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

【 0 3 0 5 】 國外寄存資訊 (請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)

記)

無



I666186

【發明摘要】

【中文發明名稱】具有低摩擦塗層之玻璃物件

【英文發明名稱】GLASS ARTICLES WITH LOW-FRICTION COATINGS

【中文】

本發明揭示低摩擦塗層和具有低摩擦塗層之玻璃物件。依據一個實施例，一種經塗覆的玻璃物件可包括包含第一表面的玻璃主體，以及位於該玻璃主體之該第一表面之至少一部分上的低摩擦塗層。該低摩擦塗層可包括聚合物化學組合物。該經塗覆的玻璃物件在至少約260 °C的溫度下持續30分鐘可以是熱穩定的。對於從約400 nm至約700 nm的波長，通過該經塗覆的玻璃物件之透光率係大於或等於通過未經塗覆的玻璃物件之透光率之約55%。當以約10 °C /分鐘的升溫速率從溫度150 °C加熱至350 °C時，該低摩擦塗層具有小於該低摩擦塗層之質量之約5%的質量損失。

【英文】

Low-friction coatings and glass articles with low-friction coatings are disclosed.

According to one embodiment, a coated glass article may include a glass body comprising a first surface and a low-friction coating positioned on at least a portion of the first surface of the glass body. The low-friction coating may include a polymer chemical composition. The coated glass article may be thermally stable at a temperature of at least about 260°C for 30 minutes. A light transmission through the coated glass article may be greater than or equal to about 55% of a light transmission through an uncoated glass article for wavelengths from about 400 nm to about 700 nm.

The low-friction coating may have a mass loss of less than about 5% of its mass when heated from a temperature of 150°C to 350°C at a ramp rate of about 10°C/minute.

【指定代表圖】第（ 7 ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

5 0 0 製 程 流 程 圖

5 0 2 、 5 0 4 、 5 0 6 、 5 0 8 、 5 1 0 、 5 1 2 、 5 1 4 、 5 1 6 、

5 1 8 、 5 2 0 、 5 2 1 、 5 2 2 步 驟

【特徵化學式】

無

來說，可以將重量定位在第二基座 226 上，並且可以將第一基座 216 放在穩定的表面上，從而在接觸點 230 誘導出第一玻璃容器 210 與第二玻璃容器 220 之間可量測的力。或者，可以使用機械設備施加力，例如 UMT（通用機械測試儀）機器。

【0142】 第一夾鉗 212 或第二夾鉗 222 可以在與第一玻璃容器 210 和第二玻璃容器 220 的長軸成 45° 角的方向上相對於另一者移動。舉例來說，可以將第一夾鉗 212 保持靜止，並且移動第二夾鉗 222，使得第二玻璃容器 220 在 x 軸的方向上移動越過第一玻璃容器 210。類似的設置係由 R. L. De Rosa 等人描述於黏附性期刊（The Journal of Adhesion）2002 年第 78 期第 113-127 頁中的「用於鋁矽酸鹽玻璃表面的防刮聚醯亞胺塗層（Scratch Resistant Polyimide Coatings for Alumino Silicate Glass surfaces）」中。為了量測摩擦係數，以測力器量測移動第二夾鉗 222 所需的力和施加到第一和第二玻璃容器 210、220 的法向力，並且將摩擦係數計算為摩擦力與法向力的商。該夾具係操作於 25°C 和 50% 相對濕度的環境中。

【0143】 在本文描述的實施例中，經塗覆的玻璃容器具有低摩擦塗層的部分相對於同質的經塗覆玻璃容器具有小於或等於約 0.7 的摩擦係數，如上述使用玻璃瓶對玻璃瓶夾具所確定者。在其他的實施例中，摩擦係數可以小於或等於約 0.6，或甚至小於或等於約 0.5。在一些實施例

塗覆的玻璃容器100可以在經塗覆的表面上接收黏性標籤，使得該黏性標籤被牢固地黏貼。然而，對於本文所述經塗覆的玻璃容器100之所有實施例而言，黏性標籤之黏貼能力並非必要條件。

實例

【0171】 將藉由以下實例進一步闡明具有低摩擦塗層的玻璃容器之各種實施例，該等實例本質上為說明性的，而且不應將該等實例理解為限制本揭示之標的物。

實例1

【0172】 由蕭特類型1B玻璃與確認為2012年10月25日提出申請、受讓給康寧公司、標題為「具有改良的化學和機械耐久性之玻璃組合物（Glass Compositions with Improved Chemical and Mechanical Durability）」的美國專利申請案序列第13/660394號中的表1之「實例E」（以下簡稱「參考玻璃組成」）形成玻璃瓶。用去離子水洗滌玻璃瓶、用氮氣吹乾、以及使用0.1%的APS（氨基丙基矽倍半氧烷）溶液浸塗。在100℃的對流烘箱中乾燥該APS塗層15分鐘。然後將玻璃瓶浸入0.1%的Novastrat® 800聚醯胺酸在15/85甲苯/DMF溶液中的溶液或在0.1%至1%聚（焦蜜石酸二酐-共聚-4,4'-氧代二苯胺）醯胺酸溶液（Kapton前驅物）在N-甲基-2-吡咯啉酮（NMP）中的溶液。將經塗覆的玻璃瓶加熱至150℃，並保持20分鐘，以蒸發溶劑。之後，藉由將經塗覆的玻璃瓶放入在300℃預熱的火爐中

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種藥物包裝，包含：

一玻璃主體，圍起一內容積並具有一外部表面，其中該玻璃主體根據 USP <660> 由符合類型 I 標準的硼矽酸鹽玻璃形成；

一偶合劑層，具有位於該玻璃主體之該外部表面上小於或等於 100 nm 的第一厚度，其中該偶合劑層包含下列的一或更多者：矽烷、矽烷的寡聚物、矽烷的水解物或無機材料；及

一聚合物層，具有位於該偶合劑層上方小於 50 nm 的第二厚度，其中具有該偶合劑層及該聚合物層的該玻璃主體的該外部表面具有小於或等於 0.7 的一摩擦係數，其中該聚合物層包含下列的一或更多者：聚醯亞胺、聚苯併咪唑、聚砜、聚醚醚酮、聚醚醯亞胺、聚醯胺、聚苯、聚苯併噻唑、聚苯併噁唑、聚雙噻唑、多芳族雜環聚合物、氟聚合物、矽倍半氧烷基聚合物及矽樹脂。

【第2項】 如請求項 1 所述之藥物包裝，其中該第一厚度小於 80 nm。

【第3項】 如請求項 1 所述之藥物包裝，其中該第一厚度小於 60 nm。

【第4項】 如請求項 1 所述之藥物包裝，其中該第二厚

度小於或等於 25 nm。

【第5項】 如請求項 1 至 4 中任一項所述之藥物包裝，其中：

該藥物包裝具有該偶合劑層及該聚合物層的的外部表面部分相對於一同質的經塗覆玻璃藥物包裝具有小於或等於 0.6 的一摩擦係數；以及

對於約 400 nm 至約 700 nm 的各波長來說，通過該藥物包裝的透光率為大於或等於約 55% 的通過一未經塗覆藥物包裝的透光率。

【第6項】 如請求項 1 至 4 中任一項所述之藥物包裝，其中在經歷由 250℃ 至 400℃ 的一溫度並持續一段從 30 秒至 72 小時時間的一去熱原循環之後，該藥物包裝具有該偶合劑層及該聚合物層的外部表面部分的一摩擦係數小於或等於 0.6。

【第7項】 如請求項 6 所述之藥物包裝，其中該去熱原循環包含加熱該藥物包裝至 300℃ 的一溫度持續 30 分鐘。

【第8項】 如請求項 1 至 4 中任一項所述之藥物包裝，其中該聚合物層包含聚醯亞胺。

【第9項】 如請求項 1 至 4 中任一項所述之藥物包裝，其中該偶合劑層包含一無機材料。

【第10項】 如請求項 1 至 4 中任一項所述之藥物包裝，

其中該偶合劑層包含鈦酸鹽、鋯酸鹽、錫、鈦、錫氧化物或鈦氧化物中的至少一者。

【第11項】 如請求項1至4中任一項所述之藥物包裝，其中該偶合劑層包含一矽烷，該矽烷包含一胺部分。

【第12項】 如請求項1至4中任一項所述之藥物包裝，其中：

該藥物包裝具有該偶合劑層及該聚合物層的外部表面部分的一摩擦係數小於或等於 0.6，其中該摩擦係數為相對於一第二藥物包裝以一法向負載 30 N 在一玻璃瓶對玻璃瓶測試夾具中所量測到的一最大摩擦係數，該第二藥物包裝由相同玻璃組成所形成且在該第二藥物包裝的一第二外部外表面的至少一部份上包含該偶合劑層及該聚合物層，以及在量測該摩擦係數之前，該第二藥物包裝經受相同環境條件；以及

當將該藥物包裝以及該第二藥物包裝暴露至至少約 260 °C 的一溫度並持續 30 分鐘之後，當以一法向負載 30 N 在一玻璃瓶對玻璃瓶測試夾具中沿著約 20 mm 的一長度磨損該第二藥物包裝時，該藥物包裝具有該偶合劑層及該聚合物層的外部表面部分在每 5 mm 長度含有少於六個玻璃花紋。

【第13項】 如請求項1至4中任一項所述之藥物包裝，其中該藥物包裝具有該偶合劑層及該聚合物層的部分

的一摩擦係數比由相同玻璃組成所形成的一未經塗覆藥物包裝的一表面的一摩擦係數小至少 20 %。

【第 14 項】 一種藥物包裝，包含：

一玻璃主體，具有一中空內部以及一外部表面，其中該玻璃主體根據 USP <660> 由符合類型 I 標準的硼矽酸鹽玻璃形成；

一偶合劑層，具有一第一厚度，其中該偶合劑層包含下列的一或更多者：矽烷、矽烷的寡聚物、矽烷的水解物或無機材料；以及

一聚合物層，位於該偶合劑層上方並具有一第二厚度，其中該聚合物層包含下列的一或更多者：聚醯亞胺、聚苯併咪唑、聚砒、聚醚醚酮、聚醚醯亞胺、聚醯胺、聚苯、聚苯併噻唑、聚苯併噁唑、聚雙噻唑、多芳族雜環聚合物、氟聚合物、矽倍半氧烷基聚合物及矽樹脂；

其中該偶合劑層及該聚合物層共具有小於或等於 200 nm 的一總厚度，該第一厚度小於或等於 100 nm，以及具有該偶合劑層及該聚合物層的該玻璃主體的該外部表面具有小於或等於 0.7 的一摩擦係數；以及

其中該藥物包裝具有該偶合劑層及該聚合物層的外部表面部分相對於一同質的經塗覆玻璃藥物包裝具有小於或等於 0.6 的一摩擦係數。

【第 1 5 項】 如 請 求 項 1 4 所 述 之 藥 物 包 裝，其 中 該 第 一
厚 度 為 9 0 n m 。

【第 1 6 項】 如 請 求 項 1 4 所 述 之 藥 物 包 裝，其 中 該 第 二
厚 度 小 於 5 0 n m 。