



(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 201722699 A

(43) 公開日：中華民國 106 (2017) 年 07 月 01 日

(21) 申請案號：105143975 (22) 申請日：中華民國 105 (2016) 年 12 月 29 日
 (51) Int. Cl. : **B29D23/00 (2006.01)** **B29K83/00 (2006.01)**
 (30) 優先權：2015/12/30 美國 62/273,114
 (71) 申請人：聖高拜塑膠製品公司 (美國) SAINT-GOBAIN PERFORMANCE PLASTICS CORPORATION (US)
 美國
 (72) 發明人：納多 亞當 P NADEAU, ADAM P. (US)
 (74) 代理人：陳長文
 申請實體審查：有 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：3 共 39 頁

(54) 名稱

複合管及其製造與使用方法

COMPOSITE TUBING AND METHOD FOR MAKING AND USING SAME

(57) 摘要

一種複合管，其包含：包含聚矽氧聚合物之內層，其中所述內層具有界定所述複合管之中心內腔的表面；與所述內層相鄰之黏著層，其中所述黏著層包含含有聚矽氧聚合物及增黏劑之黏著性聚矽氧材料；及與所述黏著層相鄰之外層，其中所述外層包含具有官能基之熱塑性聚合物，所述官能基與所述黏著性聚矽氧材料之所述增黏劑形成化學結合。

A composite tube includes an inner layer including a silicone polymer, wherein the inner layer has a surface that defines a central lumen of the composite tube; an adhesive layer adjacent to the inner layer, wherein the adhesive layer includes an adhesive silicone material including a silicone polymer and an adhesion promoter, and an outer layer adjacent to the adhesive layer, wherein the outer layer includes a thermoplastic polymer having a functional group that forms a chemical bond with the adhesion promoter of the adhesive silicone material.

指定代表圖：

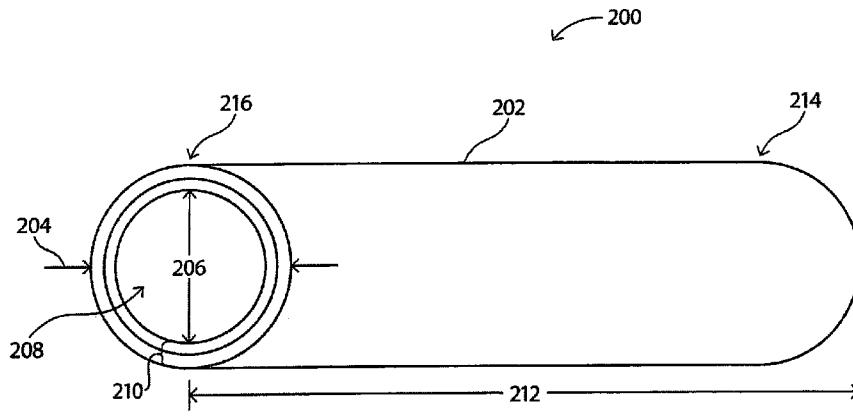


圖2

符號簡單說明：

200 . . . 複合管

202 . . . 主體

204 . . . 外徑

206 . . . 內徑

208 . . . 中空孔

210 . . . 壁厚

212 . . . 長度

214 . . . 遠端

216 . . . 近端

201722699

發明摘要

※ 申請案號： 105143975

※ 申請日： 105/12/29

※IPC 分類： **B29D 23/00** (2006.01)
B29K 83/00 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

複合管及其製造與使用方法

COMPOSITE TUBING AND METHOD FOR MAKING
AND USING SAME

【中文】

一種複合管，其包含：包含聚矽氧聚合物之內層，其中所述內層具有界定所述複合管之中心內腔的表面；與所述內層相鄰之黏著層，其中所述黏著層包含含有聚矽氧聚合物及增黏劑之黏著性聚矽氧材料；及與所述黏著層相鄰之外層，其中所述外層包含具有官能基之熱塑性聚合物，所述官能基與所述黏著性聚矽氧材料之所述增黏劑形成化學結合。

【英文】

A composite tube includes an inner layer including a silicone polymer, wherein the inner layer has a surface that defines a central lumen of the composite tube; an adhesive layer adjacent to the inner layer, wherein the adhesive layer includes an adhesive silicone material including a silicone polymer and an adhesion promoter, and an outer layer adjacent to the adhesive layer, wherein the outer layer includes a thermoplastic polymer having a functional group that forms a chemical bond with the adhesion promoter of the adhesive silicone material.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 2。

【本代表圖之符號簡單說明】：

200：複合管

202：主體

204：外徑

206：內徑

208：中空孔

210：壁厚

212：長度

214：遠端

216：近端

【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)

複合管及其製造與使用方法

COMPOSITE TUBING AND METHOD FOR MAKING
AND USING SAME

【技術領域】

【0001】 本發明大體上係關於一種複合管及形成所述複合管之方法。

【先前技術】

【0002】 許多行業使用聚矽氧管傳送及移除液體，此係因為當與由其他材料製備之管進行比較時，聚矽氧管無毒、具有可撓性、熱穩定性、具有低化學反應性，且可製造成各種尺寸。舉例而言，聚矽氧管可用於各種行業，諸如醫療行業、製藥行業、食品傳送及類似者。然而，聚矽氧管因其非所要滲透率而受到限制，所述非所要滲透率係歸因於流體路徑中之空氣進入及流體路徑中之溶液蒸發。就此而論，熱塑性彈性體就其滲透率、低摩擦係數及低黏性而言為理想的，然而，熱塑性彈性體就處理或性能而言為不理想的。

【0003】 複合管為多層管系統。具有聚矽氧材料作為層中之一者的複合管為理想的；然而，複合管通常藉由在高溫下對聚矽氧材料進行熱固化而形成。舉例而言，熱固化使用超過至少 150°C 之溫度，諸如至少 160°C，諸如至少 170°C，或甚至至多或大於 200°C。因為熱固化所需之高溫，所以聚矽氧材料在商業上通常與用於多層物品之高熔融溫度基板一起使

用。此等多層物品因其受限於高熔融溫度基板而通常為昂貴的。令人遺憾地，不同材料，諸如聚矽氧材料與熱塑性材料之間的黏著性亦存在問題。

【0004】 因此，需要一種改良之複合管及形成多層複合管之方法。

【發明內容】

【0005】 在一實施例中，複合管包含含有聚矽氧聚合物之內層，其中內層具有界定複合管之中心內腔的表面；與內層相鄰之黏著層，其中黏著層包含含有聚矽氧聚合物及增黏劑之黏著性聚矽氧材料；及與黏著層相鄰之外層，其中外層包含具有官能基之熱塑性聚合物，所述官能基與黏著性聚矽氧材料之增黏劑形成化學結合。

【0006】 在另一實施例中，形成複合管之方法包含：提供包含聚矽氧聚合物之內層，其中內層具有界定複合管之中心內腔的表面；擠製與內層相鄰之黏著層，其中黏著層包含含有聚矽氧聚合物及增黏劑之黏著性聚矽氧材料；擠製與黏著層相鄰之外層，其中外層包含具有官能基之熱塑性聚合物，所述官能基與黏著性聚矽氧材料之增黏劑形成化學結合；及用輻射源照射黏著層及外層，以在外層之官能基與黏著性聚矽氧材料之增黏劑之間形成化學結合。

【圖式簡單說明】

【0007】 藉由參考附圖，本發明可得到更好理解，且其許多特徵及優點對本領域中熟習此項技術者而言變得顯而易見。

圖 1 包含例示性複合管之圖示。

圖 2 為根據一實施例之複合管的視圖。

圖 3 為耦接至根據一實施例之複合管之設備的圖式。

在不同圖式中使用相同參考符號指示相似或相同物件。

【實施方式】

【0008】 提供結合圖式之以下描述以幫助理解本文中所示之揭示內容。以下論述聚焦於揭示內容之特定實施及實施例。提供此聚焦以幫助描述揭示內容，且不應解釋為對揭示內容之範疇或適用性的限制。

【0009】 如本文所使用，術語「包括 (comprises/comprising)」、「包含 (includes/including)」、「具有 (has/having)」或其任何其他變化形式為開放式術語，且應解釋為意指「包含 (但不限於) ……」。

此等術語涵蓋較受限制之術語「基本上由 …… 組成」及「由 …… 組成」。在一實施例中，包括一系列特徵之方法、物品或設備不必僅限於彼等特徵，而是可包含未明確列出或所述方法、物品或設備所固有之其他特徵。此外，除非明確相反陳述，否則「或」係指包含性或，且並非指互斥或。舉例而言，以下中之任一者皆滿足條件 A 或條件 B：A 為真 (或存在) 且 B 為假 (或不存在)、A 為假 (或不存在) 且 B 為真 (或存在)，以及 A 與 B 皆為真 (或存在)。

【0010】 此外，使用「一 (個) (a/an)」來描述本文中所描述之元件及組件。這樣做僅為方便起見且給出本發明之範疇的一般意義。除非明顯意指其他情況，否則此描述應理解為包含一個或至少一個，且單數亦包含複數，或反之亦然。舉例而言，當本文描述單個物件時，可使用多於一個物件替代單個物件。類似地，當本文描述多於一個物件時，可用單

個物件取代多於一個物件。

【0011】 除非另外定義，否則本文所用之所有技術及科學術語均具有與本發明所屬領域之一般技術者所理解相同之含義。材料、方法及實例僅為說明性的且並不意欲為限制性的。就本文中未描述之程度而言，關於特定材料及處理行為之許多細節為習知的，且可在結構領域及相應製造領域內之參考書籍及其他來源中發現。除非另外指示，否則所有量測結果均為在約 25°C 下的量測結果。舉例而言，除非另外指示，否則黏度值為在 25°C 下的黏度值。

【0012】 本發明大體上關於複合管，且尤其是關於包含內層、黏著層及外層之複合管。內層包含聚矽氧聚合物。黏著層與內層相鄰，且包含黏著性聚矽氧材料。黏著性聚矽氧材料包含聚矽氧聚合物及增黏劑。複合管進一步包含與黏著層相鄰之外層，其中外層包含具有官能基之熱塑性聚合物，所述官能基與黏著性聚矽氧材料之增黏劑形成化學結合。在一實施例中，複合管可包含具有內孔之中空主體。在一特定實施例中，內層具有界定複合管之中心內腔的表面。

【0013】 在一實施例中，內層包含聚矽氧聚合物。設想任何合理的聚矽氧聚合物。聚矽氧聚合物可例如包含聚烷基矽氧烷，諸如由前驅體形成之聚矽氧聚合物，所述前驅體諸如二甲基矽氧烷、二乙基矽氧烷、二丙基矽氧烷、甲基乙基矽氧烷、甲基丙基矽氧烷或其組合。在一特定實施例中，聚烷基矽氧烷包含聚二烷基矽氧烷，諸如聚二甲基矽氧烷 (PDMS)。在一特定實施例中，聚烷基矽氧烷為含聚矽氧氫化物之聚烷基矽氧烷，諸如含聚矽氧氫化物之聚二甲基矽氧

烷。在另一實施例中，聚烷基矽氧烷為含乙烯基之聚烷基矽氧烷，諸如含乙烯基之聚二甲基矽氧烷。在又一實施例中，聚矽氧聚合物為含氫化物之聚烷基矽氧烷與含乙烯基之聚烷基矽氧烷的組合，諸如含氫化物之聚二甲基矽氧烷與含乙烯基之聚二甲基矽氧烷的組合。在一實施例中，聚矽氧聚合物為非極性的，且不含諸如氯及氟之鹵素官能基，且不含苯基官能基。或者，聚矽氧聚合物可包含鹵素官能基或苯基官能基。舉例而言，聚矽氧聚合物可包含氟聚矽氧或苯基聚矽氧。

【0014】 聚矽氧聚合物可單獨或以組合形式進一步包含任何合理的添加劑，諸如催化劑、乙烯基聚合物、氫化物、增黏劑、填充劑、引發劑、抑制劑、著色劑、顏料、載體材料或其任何組合。在一實施例中，聚矽氧聚合物為熱固化，即以熱方式固化之材料，且包含熱活化催化劑。設想任何熱活化催化劑。舉例而言，例示性熱活化催化劑為過氧化物、過渡金屬之有機金屬錯合物或其組合。在一實施例中，催化劑包含鉑、銻、鈦、類似者或其組合。在一實施例中，催化劑係基於鉑。在一實施例中，內聚矽氧層之材料含量為基本上 100% 聚矽氧材料。在一些實施例中，內聚矽氧層基本上由上文所描述之各別聚矽氧聚合物組成。如本文所使用，與聚矽氧聚合物結合使用之短語「基本上由……組成」排除影響聚矽氧聚合物之基礎及新穎特徵的非聚矽氧聚合物之存在，但常用處理試劑及添加劑可用於聚矽氧聚合物中。

【0015】 在一特定實施例中，內聚矽氧層可包含習知商業上製備之聚矽氧聚合物。在一特定實施例中，習知商業上製備之聚矽氧聚合物為習知熱固化聚矽氧聚合物。如本文所使

用，「習知熱固化」係指經由在大於約 150°C 之溫度下加熱而固化。商業上製備之聚矽氧聚合物通常包含以下組分：諸如非極性聚矽氧聚合物、催化劑、填充劑及視情況選用之添加劑。設想任何合理的填充劑及添加劑。在一實施例中，內層聚矽氧聚合物大體上不含諸如助黏劑之添加劑。如本文所使用，「大體上不含」係指以內層聚矽氧聚合物之總重量計，小於約 0.1 重量%之任何增黏劑。市售聚矽氧聚合物包含例如高稠度樹膠橡膠（HCR）、液態聚矽氧橡膠（LSR）或室溫硫化聚矽氧（RTV）。在一特定實施例中，內層可為已商品化、認證及批准用於特定用途之聚矽氧聚合物。在一實施例中，內層聚矽氧聚合物已受到食品與藥物管理局（FDA）、美國藥典（USP）、歐洲藥典（EP）、國際標準化組織（ISO）、其他監管批准或其組合之監管批准的認證。舉例而言，已使用 USP 第 VI 類標準、ISO 10993 標準及類似者認證內層聚矽氧聚合物。

【0016】 在一實施例中，內層聚矽氧聚合物之黏度為至多約 100,000,000 厘泊(cPs)，諸如約 50,000 cPs 至約 100,000,000 cPs，諸如約 50,000 cPs 至約 5,000,000 cPs。在一特定實施例中，內層聚矽氧聚合物包含液態聚矽氧橡膠。在固化之前，液態聚矽氧橡膠之黏度通常小於約 2,000,000 cPs，諸如約 50,000 cPs 至約 2,000,000 cPs，諸如約 200,000 cPs 至約 1,000,000 cPs，諸如約 500,000 cPs 至約 800,000 cPs。在一特定實施例中，內層聚矽氧聚合物包含高稠度樹膠橡膠。在固化之前，高稠度樹膠橡膠之黏度通常大於約 2,000,000 cPs，諸如約 2,000,000 cPs 至約 100,000,000 cPs，諸如約 2,000,000 cPs 至約 10,000,000 cPs，諸如約 5,000,000 cPs 至約 10,000,000

cPs。應瞭解，內層聚矽氧聚合物之黏度可包含黏度在介於上述任何最小值與最大值之間的範圍內之聚矽氧聚合物。

【0017】 在一實施例中，複合管之黏著層包含黏著性聚矽氧材料。在一更特定實施例中，黏著性聚矽氧材料為擠製聚矽氧材料或模製材料。在一甚至更特定實施例中，黏著性聚矽氧材料經由輻射源、熱源或其組合而固化。輻射能源可包含諸如光化輻射之任何合理的輻射能源。在一特定實施例中，輻射源為紫外光。設想紫外光之任何合理的波長。在一特定實施例中，紫外光之波長為約 10 奈米至約 500 奈米，諸如約 10 奈米至約 410 奈米。此外，視材料及所要結果而定，施加任何數目的輻射能量可以相同或不同波長得以應用。應瞭解，波長可在介於上述任何最小值與最大值之間的範圍內。

【0018】 黏著性聚矽氧材料包含聚矽氧聚合物及增黏劑。黏著性聚矽氧材料之聚矽氧聚合物可例如包含聚烷基矽氧烷，諸如由前驅體形成之聚矽氧聚合物，諸如二甲基矽氧烷、二乙基矽氧烷、二丙基矽氧烷、甲基乙基矽氧烷、甲基丙基矽氧烷或其組合。在一特定實施例中，聚烷基矽氧烷包含聚二烷基矽氧烷，諸如聚二甲基矽氧烷 (PDMS)。在一特定實施例中，聚烷基矽氧烷為含聚矽氧氫化物之聚烷基矽氧烷，諸如含聚矽氧氫化物之聚二甲基矽氧烷。在另一實施例中，聚烷基矽氧烷為含乙烯基之聚烷基矽氧烷，諸如含乙烯基之聚二甲基矽氧烷。在又一實施例中，聚矽氧聚合物為含氫化物之聚烷基矽氧烷與含乙烯基之聚烷基矽氧烷的組合，諸如含氫化物之聚二甲基矽氧烷與含乙烯基之聚二甲基矽氧烷的組合。在一實例中，聚矽氧聚合物為非極性的，且不含

諸如氯及氟之鹵化物官能基，且不含苯基官能基。或者，聚矽氧聚合物可包含鹵化物官能基或苯基官能基。舉例而言，聚矽氧聚合物可包含氟聚矽氧或苯基聚矽氧。

【0019】 黏著性聚矽氧材料進一步包含增黏劑。設想任何合理的增黏劑，諸如矽氧烷或矽烷，諸如 3-甲基丙烯醯氧基丙基三甲氧基矽烷、3-縮水甘油氧基丙基三甲氧基矽烷、乙烯基-三(2-甲氧基乙氧基)-矽烷；2,5,7,10-四氧雜-6-矽十一烷、6-乙烯基-6-(2-甲氧基乙氧基)-矽烷、氫苯基聚矽氧、苯基矽烷或其任何組合。設想增黏劑之任何合理量。在一實施例中，以黏著性聚矽氧材料之總重量計，增黏劑之存在量為約 0.05 至約 5 重量%。

【0020】 黏著性聚矽氧材料進一步包含催化劑。通常，存在催化劑以引發交聯過程。設想當曝露於輻射源時可引發交聯之任何合理的催化劑。通常，催化劑係視黏著性聚矽氧材料而定。在一特定實施例中，催化反應包含使脂族不飽和基團與結合有 Si 之氫反應，以藉由形成網狀物將加成可交聯聚矽氧材料轉化為彈性體狀態。在一更特定實施例中，催化劑係藉由輻射源活化且引發交聯過程。

【0021】 視用於黏著性聚矽氧材料中之聚矽氧聚合物而定，設想任何催化劑，其限制條件為，當曝露於諸如紫外輻射之輻射源時，至少一種催化劑可引發交聯。在一實施例中，可使用矽氫化反應催化劑。舉例而言，例示性矽氫化催化劑為過渡金屬之有機金屬錯合物。在一實施例中，催化劑包含鉑、銻、鈦、類似者或其組合。在一特定實施例中，催化劑包含鉑。其他任何合理的視情況選用之催化劑可與矽氫化催

化劑一起使用。在一實施例中，當曝露於輻射源時，視情況選用之催化劑可或可不引發交聯。例示性視情況選用之催化劑可包含過氧化物、錫或其組合。或者，黏著性聚矽氧材料進一步包含經過氧化物催化之聚矽氧材料。在另一實施例中，黏著性聚矽氧材料可為經鉑催化與經過氧化物催化之聚矽氧聚合物的組合。在一實施例中，黏著性聚矽氧材料大體上不含視情況選用之催化劑，諸如過氧化物、錫或其組合。

【0022】 黏著性聚矽氧材料可進一步包含添加劑。設想任何合理的添加劑。例示性添加劑可單獨地或以組合形式包含乙烯基聚合物、氫化物、填充劑、引發劑、抑制劑、著色劑、顏料、載體材料或其任何組合。在一實施例中，乙烯基聚合物為乙烯丙烯二烯彈性體，諸如乙烯基降冰片烯（VNP）、亞乙基降冰片烯（ENB）或其組合。在一特定實施例中，當外層熱塑性聚合物為下文進一步描述之乙烯丙烯二烯彈性體時，存在乙烯基聚合物。在一實施例中，黏著性聚矽氧材料基本上由上文所描述之各別聚矽氧聚合物、增黏劑及催化劑組成。在一實施例中，黏著性聚矽氧材料基本上由上文所描述之各別聚矽氧聚合物、增黏劑、抑制劑、催化劑及乙烯基聚合物組成。如本文所使用，與黏著性聚矽氧材料結合使用之短語「基本上由……組成」排除影響黏著性聚矽氧材料之基礎及新穎特徵的非聚矽氧聚合物之存在，但常用處理試劑及添加劑可用於黏著性聚矽氧材料中。

【0023】 在一實施例中，黏著性聚矽氧材料包含液態聚矽氧橡膠（LSR）、室溫硫化聚矽氧（RTV）、高稠度樹膠橡膠（HCR）或其組合。在一實施例中，黏著性聚矽氧材料之黏度

為至多約 100,000,000 厘泊 (cPs)，諸如約 50,000 cPs 至約 100,000,000 cPs，諸如約 50,000 cPs 至約 5,000,000 cPs。在一特定實施例中，黏著性聚矽氧材料包含液態聚矽氧橡膠。在固化之前，液態聚矽氧橡膠之黏度通常小於約 2,000,000 cPs，諸如約 50,000 cPs 至約 2,000,000 cPs，諸如約 200,000 cPs 至約 1,000,000 cPs，諸如約 500,000 cPs 至約 800,000 cPs。應瞭解，黏著性聚矽氧材料之黏度可包含黏度在介於上述任何最小值與最大值之間的範圍內之聚矽氧聚合物。在一實施例中，在固化之前，黏著性聚矽氧材料之黏度小於內層聚矽氧聚合物之黏度。

【0024】 黏著性聚矽氧材料可包含習知商業上製備之聚矽氧聚合物。商業上製備之聚矽氧材料通常包含以下組分：諸如非極性聚矽氧聚合物、催化劑、填充劑及視情況選用之添加劑。設想任何合理的填充劑及添加劑。由輻射源引發之催化劑可單獨添加或可包含於商業上製備之調配物內。增黏劑可單獨添加或可包含於商業上製備之調配物內。市售液態聚矽氧橡膠 (LSR) 之特定實施例包含 Momentive Silopren® UV LSR 2060、Wacker Elastosil® LR 3003/50 (Wacker Silicone of Adrian, MI) 及 Rhodia Silbione® LSR 4340 (Rhodia Silicones of Ventura, CA)。在一特定實施例中，內層之聚矽氧聚合物不同於黏著層之黏著性聚矽氧材料。儘管內層之聚矽氧聚合物不同於黏著層之黏著性聚矽氧材料，但因為內層及黏著層二者均包含聚矽氧聚合物，所以黏著性聚矽氧材料形成與內層之黏性結合。進一步且如下文所論述，黏著層之輻射曝露可提供黏著層與內層之間的理想黏著性。

【0025】 複合管進一步包含外層。外層包含具有官能基之熱塑性聚合物，所述官能基與聚矽氧聚合物之增黏劑形成化學結合。設想任何合理的熱塑性聚合物及官能基。在一實施例中，熱塑性聚合物具有理想氧氣滲透率且向最終複合管提供理想氧氣滲透率。在一特定實施例中，熱塑性聚合物為熱塑性彈性體、聚酯、聚胺甲酸酯、尼龍、聚醯亞胺、聚醯胺、聚醚、聚苯乙烯、丙烯腈丁二烯苯乙烯（ABS）、聚對苯二甲酸丁二酯（PBT）、聚丙烯酸、乙烯乙二醇（EVOH）、聚烯烴、乙烯丙烯二烯彈性體、共聚物、摻合物或其組合。在一更特定實施例中，熱塑性聚合物為聚酯、聚酯共聚物或熱塑性聚胺甲酸酯。在一實施例中，熱塑性聚合物為乙烯丙烯二烯彈性體，其包含乙烯基降冰片烯（VNP）、亞乙基降冰片烯（ENB）或其組合。

【0026】 熱塑性聚合物進一步包含與聚矽氧聚合物之增黏劑形成化學結合之官能基。如本文所使用，「官能基」係指與熱塑性聚合物共價結合之化學部分。設想任何可與增黏劑形成結合之官能基，諸如氫氧化物、羰基、醇、羧基、苯基、胺、二烯或其組合。在一特定實施例中，官能基與聚矽氧聚合物之增黏劑形成黏性結合。設想熱塑性聚合物上官能基之任何量，以與增黏劑形成黏性結合。在一實施例中，官能基為熱塑性聚合物之骨幹的一部分、脫離熱塑性聚合物之骨幹的側基或其組合。在一實施例中，外層大體上不含聚矽氧部分。

【0027】 可使用諸如任何熱塑性聚合物前驅體之任何合理的組分，添加任何催化劑、任何填充劑、任何添加劑、任

何交聯促進劑或其組合來形成外層。交聯促進劑可為三聚氰酸三烯丙酯 (TAC)、異氰尿酸三烯丙酯 (TAIC) 或其組合。在一實施例中，交聯促進劑可為矽烷或矽氧烷，諸如氫苯基聚矽氧、苯基矽烷或其組合。在一更特定實施例中，當外層為乙烯丙烯二烯彈性體時，使用氫苯基聚矽氧作為交聯促進劑。在一實施例中，交聯促進劑、催化劑或其組合向熱塑性聚合物提供官能基。當存在時，任何可引發熱塑性聚合物交聯的合理催化劑皆可設想。在一實施例中，催化劑係藉由輻射源得以活化。在一特定實施例中，設想藉由輻射源活化之任何合理的催化劑。在一更特定實施例中，催化劑之降解溫度大於熱塑性聚合物之處理溫度 (亦即熔融溫度)，因此催化劑不在熱塑性材料熔融期間活化。例示性催化劑為過氧化物。在一特定實施例中，前驅體、催化劑、填充劑、添加劑、交聯促進劑或其組合係視所選擇之熱塑性聚合物及複合管所要之最終特性而定。

【0028】 在一實施例中，外層熱塑性層為擠製之熱塑性層。在一甚至更特定之實施例中，熱塑性聚合物經由輻射源交聯。輻射能源可包含任何合理的輻射能源，諸如光化輻射、電子束輻射、 γ 輻射或其組合。在一特定實施例中，輻射源為紫外光。設想紫外光之任何合理的波長。在一特定實施例中，紫外光之波長為約 10 奈米至約 500 奈米，諸如約 10 奈米至約 410 奈米。此外，視材料及所要結果而定，可施加任何數目的相同或不同波長的輻射能。應瞭解，波長可在介於上述任何最小值與最大值之間的範圍內。設想任何 γ 輻射源及輻射量。在一實施例中， γ 輻射係經由鈷-60 (^{60}Co)，其輻射量

為約 10 kGy 至約 200 kGy，諸如約 20 kGy 至約 100 kGy，諸如約 50 kGy 至約 100 kGy。應瞭解， γ 輻射量可在介於上述任何最小值與最大值之間的範圍內。

【0029】 在一實施例中，外層之材料含量為基本上 100% 具有官能基之熱塑性聚合物。在一些實施例中，外層基本上由上文所描述之各別具有官能基的熱塑性聚合物組成。在一實施例中，外層基本上由如所描述之各別具有官能基的熱塑性聚合物及催化劑組成。在一實施例中，外層基本上由如所描述之熱塑性聚合物、催化劑及交聯促進劑組成。如本文所使用，與熱塑性材料結合使用之短語「基本上由……組成」排除影響熱塑性聚合物之基礎及新穎特徵的材料之存在，但常用處理試劑及添加劑可用於熱塑性聚合物中。

【0030】 如圖 1 中所說明，複合管 100 為具有中空中心孔之延長型環形結構。複合管 100 包含內層 102、黏著層 104 及外層 106。內層 102 可直接與黏著層 104 接觸且可直接與黏著層 104 結合。舉例而言，內層 102 可在無介入層之情況下與黏著層 104 直接結合。在一特定實施例中，內層 102 與黏著層 104 之間不存在底塗層。此外，黏著層 104 可直接與外層 106 接觸且可直接與外層 106 結合。舉例而言，黏著層 104 可在無介入層之情況下與外層 106 直接結合。在一特定實施例中，黏著層 104 與外層 106 之間不存在底塗層。在一例示性實施例中，複合管 100 包含三層，諸如內層 102、黏著層 104 及外層 106。如所說明，內層 102 包含界定管之中心內腔的內表面 108。

【0031】 儘管說明為三層，但設想任何數目之層。舉例而

言，複合管包含至少三層，或甚至更多數目之層。層之數目係視複合管之所要最終特性而定。複合管可進一步包含其他層。其他層包含例如聚合層、強化層、黏著層、障壁層、耐化學層、金屬層、其任何組合及類似者。設想提供任何額外層之任何合理的方法，且其係視所選擇之材料而定。可設想其他層之任何厚度。在一實施例中，複合管基本上由如所描述之內層、黏著層及外層組成。

【0032】 在一實施例中，複合管可藉由任何合理的方法形成且係視材料而定。在一實例中，聚矽氧聚合物內層係由任何合理的方法提供。在一例示性實施例中，聚矽氧聚合物內層為商業上提供且認證之管。在一實施例中，聚矽氧聚合物係藉由擠製或模製隨後進行習知熱固化而形成。在一特定實施例中，形成內層，隨後添加黏著層及外層，以形成複合管。

【0033】 在提供內層，即聚矽氧聚合物後，可對與黏著性聚矽氧層相鄰之內層的外表面進行表面處理。在一特定實施例中，對內層之外表面進行表面處理，隨後在內層上形成黏著性聚矽氧層。當內層與黏著性聚矽氧層直接接觸時，表面處理可用於提高內層與黏著性聚矽氧層之黏著性。在一特定實施例中，表面處理能夠增強兩個層之間的黏著性以提供黏性結合，即出現內聚失效，其中內層及/或黏著性聚矽氧層之結構完整性失效，隨後兩種材料之間的結合失效。表面處理可包含輻射處理、化學蝕刻、物理-機械蝕刻、電漿蝕刻、電暈處理、化學氣相沈積或其任何組合。

【0034】 照射包含例如使用任何相較於未受到照射之表面，足以大體上提高內層與黏著性聚矽氧層之黏著性的紫外

能量照射內層之外表面。在一實施例中，紫外能量之波長為約 10 奈米至約 500 奈米，諸如約 10 奈米 (nm) 至約 410 nm。應瞭解，波長可在介於上述任何最小值與最大值之間的範圍內。

【0035】 在一實施例中，化學蝕刻包含鈉氨及鈉萘。物理-機械蝕刻可包含噴砂及空氣磨蝕。在另一實施例中，電漿蝕刻包含反應性電漿，諸如氫、氧、乙炔、甲烷、及其與氫、氫及氮之混合物。電暈處理可包含反應性烴蒸汽，諸如丙酮。在一實施例中，化學氣相沈積包含使用丙烯酸酯、偏二氯乙烯或丙酮。在一實施例中，內層之外表面無任何表面處理。

【0036】 通常，黏著層係由任何合理的方法，諸如擠製或模製提供。在一實施例中，黏著層，即黏著性聚矽氧材料係由擠製系統及在內層上進行擠製而形成。在一實施例中，共擠製黏著層與內層。方法包含藉由擠製系統接收如上文所描述之黏著性聚矽氧材料。在一實施例中，十字頭模具用於使黏著層擠製於相鄰內層上。

【0037】 用於黏著層之擠製系統通常包含抽汲系統，且可包含可用於形成複合管之黏著層的多個裝置。舉例而言，抽汲系統可包含抽汲裝置，諸如齒輪泵、靜態混合器、擠製機、管模具、輻射固化裝置、後處理裝置或其任何組合。通常，混合及抽汲，即藉由擠製系統之管模具擠製黏著性聚矽氧材料。設想任何合理的混合設備。在一實施例中，亦可向黏著性聚矽氧材料施加熱量。舉例而言，黏著性聚矽氧材料之組分的任何合理的加熱溫度可用於提供可自抽汲系統流出且藉由模具擠製而無材料降解之材料。舉例而言，溫度可為約 10°C

至約 70°C。應瞭解，加熱溫度可在介於上述任何最小值與最大值之間的範圍內。

【0038】 在一實施例中，黏著性聚矽氧材料係經由輻射固化或熱固化而固化。在一特定實施例中，輻射固化可在黏著性聚矽氧材料流動穿過抽汲系統時、在黏著性聚矽氧材料流動穿過模具時、在黏著性聚矽氧材料直接離開模具時或在其任何組合時進行以形成黏著層。輻射固化提供形成黏著層之連續製程。在一實施例中，黏著性聚矽氧材料之輻射固化可包含使黏著性聚矽氧材料經受一或多種輻射源。在一特定實施例中，輻射源足以大體上固化黏著層之黏著性聚矽氧材料。如本文所使用，「大體上固化」係指如例如藉由流變儀資料所測定，> 90%之最終交聯密度(90%固化意指如藉由 ASTM D5289 所量測，材料達到 90%之最高扭矩)。舉例而言，固化水平將向複合管之黏著層提供理想的硬度計。在一實施例中，黏著層之最終硬度計係視黏著層之所選擇的材料而定。

【0039】 設想任何合理的輻射源，諸如光化輻射。在一實施例中，輻射源為紫外光(UV)。設想紫外光之任何合理的波長。在一特定實施例中，紫外光之波長為約 10 奈米至約 500 奈米，諸如約 10 奈米至約 410 奈米，諸如約 200 奈米至約 400 奈米之波長。此外，施加任何數目的輻射能量可以相同或不同波長得以應用。舉例而言，擠製系統可包含一或多個烘箱(例如紅外(IR)烘箱、空氣烘箱)、一或多個浴槽(例如水浴)或其組合，以使黏著性聚矽氧材料固化。一或多個 IR 烘箱可在特定峰波長下進行操作。在某些實例中，第一 IR 烘箱之峰波長可不同於第二 IR 烘箱之峰波長。在一實施例中，可

對黏著性聚矽氧材料進行熱處理持續特定時間段。在一特定實施例中，可在第一 IR 烘箱中對黏著性聚矽氧材料進行固化持續第一時間段，且隨後在第二 IR 烘箱中進行固化持續不同於第一時間段之第二時間段。在一個特定實施例中，使用短波長 IR 烘箱。短波長意指峰波長小於 4 微米，通常小於 3 微米，諸如在約 0.6 至 2.0 微米範圍內，諸如 0.8 至 1.8 微米。通常，中等及較長波長 IR 烘箱之特徵在於峰波長為約 4 至 8 微米，或甚至更長。應瞭解，波長可在介於上述任何最小值與最大值之間的範圍內。

【0040】 形成黏著性聚矽氧材料之方法可包含熱處理。設想任何用於熱處理之溫度。在一實施例中，熱處理在約 100°C 至約 250°C，諸如約 150°C 至約 250°C 之溫度下進行。在一實施例中，進行熱處理之時間大於約 1 秒，諸如約 1 秒至約 30 秒，或甚至約 1 秒至約 10 秒。應瞭解，熱處理溫度及時間可在介於上述任何最小值與最大值之間的範圍內。在一特定實施例中，熱處理足以大體上固化黏著層之黏著性聚矽氧材料。在一實施例中，輻射源及熱處理可同時、依次或以其任何組合進行。在一特定實施例中，輻射源及熱處理同時進行。

【0041】 此外，外層係由任何合理的方法，諸如擠製或模製提供。在一實施例中，外層係由擠製提供，相較於用於黏著層之擠製系統，其可為相同的或不同的。用於熱塑性層之擠製系統通常包含抽汲系統，且可包含可用於形成複合管之外層的多個裝置。舉例而言，抽汲系統可包含抽汲裝置，諸如齒輪泵、靜態混合器、擠製機、管模具、輻射固化裝置、後處理裝置或其任何組合。在一例示性實施例中，熱塑性聚

合物可藉由乾摻合或混合而得到熔融處理。乾摻合可呈粉末、顆粒或球粒形式。在一特定實施例中，為了形成複合管之外層，可藉由共轉嚙合雙螺桿擠製機混合相應單體或聚合物之球粒，藉由水浴冷卻，且切分為混合球粒。外層可藉由連續混合製程或分批相關製程而製得。在一實施例中，將摻合之所得球粒饋入至具有管模具之擠製機中。藉由管模具擠製具有官能基之熱塑性聚合物以形成複合管之外層。

【0042】 在一實施例中，使熱塑性聚合物交聯。設想任何交聯條件，諸如輻射交聯。在一特定實施例中，輻射源足以使熱塑性聚合物大體上交聯。在一實施例中，輻射源使熱塑性聚合物之官能基與黏著層中之增黏劑交聯。設想任何合理的輻射源，諸如光化輻射。在一實施例中，輻射源為紫外光 (UV)、電子束 (electron beam/e-beam)、 γ 輻射或其組合。在一特定實施例中，使熱塑性聚合物交聯包含使用紫外能量進行照射，其波長為約 10 奈米至約 500 奈米，諸如約 10 奈米 (nm) 至約 410 nm。此外，施加任何數目的輻射能量可以相同或不同波長得以應用。舉例而言，擠製系統可包含一或多個烘箱 (例如紅外 (IR) 烘箱、空氣烘箱)、一或多個浴槽 (例如鹽水浴) 或其組合，以使熱塑性聚合物固化。一或多個 IR 烘箱可在特定峰波長下進行操作。在某些實例中，第一 IR 烘箱之峰波長可不同於第二 IR 烘箱之峰波長。在一實施例中，可對熱塑性聚合物進行熱處理持續特定時間段。在一特定實施例中，可在第一 IR 烘箱中熱塑性聚合物進行交聯持續第一時間段，且隨後在第二 IR 烘箱中進行交聯持續不同於第一時間段之第二時間段。在一個特定實施例中，使用短波長 IR 烘

箱。短波長意指峰波長小於 4 微米，通常小於 3 微米，諸如在約 0.6 至 2.0 微米範圍內，諸如 0.8 至 1.8 微米。通常，中等及較長波長 IR 烘箱之特徵在於峰波長為約 4 至 8 微米，或甚至更長。應瞭解，波長可在介於上述任何最小值與最大值之間的範圍內。設想任何 γ 輻射源及輻射量。在一實施例中， γ 輻射係經由鈷-60 (^{60}Co)，其輻射量為約 10 kGy 至約 200 kGy，諸如約 20 kGy 至約 100 kGy，諸如約 50 kGy 至約 100 kGy。應瞭解， γ 輻射量可在介於上述任何最小值與最大值之間的範圍內。

【0043】 在一特定實施例中，輻射交聯可在熱塑性聚合物流動穿過抽汲系統時、在熱塑性聚合物流動穿過管模具時、在熱塑性聚合物直接離開管模具時或在其任何組合時進行以形成外層。輻射交聯提供形成外層之連續製程。

【0044】 儘管外層在此實施例中描述為在提供黏著層後得到傳送，但設想傳送聚合組分、輻射源或其組合之任何次序。在一特定實施例中，共擠製黏著性聚矽氧層及外層，其中將輻射源同時施加至黏著性聚矽氧層及外層。

【0045】 一旦黏著層及外層形成於內層上，複合管即可進行一或多個後處理操作。設想任何合理的後處理操作。舉例而言，可使複合管經受任何合理的輻射源，諸如 UV 輻射、電子束輻射、 γ 輻射及類似者。此外，可對複合管進行後固化熱處理，諸如後固化週期。後熱處理通常在約 40°C 至約 200°C 之溫度下進行。在一實施例中，後熱處理係在約 60°C 至約 100°C 之溫度下進行。通常，後熱處理進行之時間為約 5 分鐘至約 10 小時，諸如約 10 分鐘至約 30 分鐘，或者約 1 小時至約 4

小時。應瞭解，後熱處理溫度及時間可在介於上述任何最小值與最大值之間的範圍內。在一替代性實例中，不對複合管進行後熱處理。在一實例中，可將複合管切分為具有特定長度之多個複合管。在另一實施例中，後處理可包含將複合管纏繞為管圈。

【0046】 設想複合管之任何尺寸。舉例而言，設想層之任何厚度且其通常視複合管之所要最終特性而定。

【0047】 如圖 2 中所見，複合管 200 可包含具有外徑 204 及內徑 206 之主體 202。內徑 206 可形成主體 202 之中空孔 208。此外，主體 202 可包含藉由外徑 204 與內徑 206 之間的差值所量測之壁厚 210。此外，主體 202 可具有長度 212。

【0048】 在一特定實施例中，外徑 204 可為針對複合管所設想之任何合理的外徑。在一更特定實施例中，外徑係視應用及所要最終特性而定。舉例而言，外徑可為至少約 0.125 吋、至少約 0.25 吋、至少約 0.5 吋或至少約 1.5 吋。設想任何合理的上限。應瞭解，外徑 204 可在小於上述最小值之範圍內。

【0049】 在另一實施例中，主體 202 之內徑 206 可為針對複合管所設想之任何合理的內徑。在一更特定實施例中，內徑 206 係視應用及所要最終特性而定。舉例而言，內徑可為至少約 0.060 吋、至少約 0.125 吋、至少約 0.5 吋或至少約 1.0 吋。設想任何合理的上限。應瞭解，內徑 306 可在小於上述最小值之範圍內。

【0050】 在另一實施例中，主體 202 之長度 212 可為針對複合管所設想之任何合理的長度。在一更特定實施例中，長

度 112 可為至少約 2 米 (m)、至少約 5 米、至少約 10 米、至少約 20 米、至少約 30 米、至少約 50 米或甚至約 100 米。在另一實施例中，長度 212 可為至少約 30 m、至少約 50 m、至少約 100 m、至少約 125 m 或至少約 300 m。長度 212 通常受到諸如儲存及傳輸較長的長度之實用問題的限制，或受到客戶針對諸如 20 m 或 100 m 之有限生產操作之要求的限制。在另一實施例中，長度 212 可為至少約 30 m、至少約 50 m、至少約 100 m 或至少約 125 m。

【0051】 儘管在顯示於圖 2 中之說明性實施例中，垂直於主體 202 之軸向方向的內孔 208 之橫截面具有圓形形狀，但垂直於主體 202 之軸向方向的內孔 208 之橫截面可具有正方形形狀、三角形形狀或矩形形狀。亦應注意，複合管 200 不含任何在管上發現之由模製製程所形成的可見缺陷。舉例而言，複合管 200 不包含任何分割線。此外，在主體 202 之一或多個端處，諸如遠端 214、近端 216 或二者，不存在接合線。

【0052】 一旦成形且固化，上文所揭示之製程的特定實施例即有利地展現諸如提高之產率的所要特性及改良之複合管。在一特定實施例中，擠製及輻射黏著性聚矽氧材料及具有官能基之熱塑性聚合物可形成無法藉由習知製造方法獲得之複合管。特定言之，擠製及輻射固化有助於形成具有認證之聚矽氧聚合物內層、黏著層及熱塑性材料的複合管，其具有改良之特性，所述特性優於由聚矽氧材料組成之傳統聚矽氧管，諸如由描述為內層之聚矽氧聚合物組成的傳統聚矽氧管。在一實施例中，傳統聚矽氧管為鉑固化高稠度橡膠。處理條件提供一種複合管，其包含與連續擠製之熱塑性材料直

接接觸的連續擠製之黏著性聚矽氧材料，進一步包含經認證之聚矽氧聚合物作為流體接觸層。

【0053】 此外，相較於習知熱固化複合管，施加至複合管之輻射向最終產物提供針對內層及外層之黏著層的提高之黏著性。儘管不受理論束縛，但威信輻射可同時提供至少進入黏著性聚矽氧材料中之即時輻射穿透及至少黏著性聚矽氧材料之固化。此輻射至少提高黏著層針對內層之黏著特性，因此黏性結合提供於內層與黏著層之間。在另一實施例中，威信當將輻射施加至黏著層及外層時，輻射同時提供進入黏著性聚矽氧材料、熱塑性材料或其組合中之即時輻射穿透及黏著性聚矽氧材料之固化。在一實施例中，輻射提供熱塑性聚合物之官能基與黏著性聚矽氧材料之增黏劑的交聯，因此黏性結合提供於外層與黏著層之間。舉例而言，當在室溫下在平行剝離組態中測試時，複合管之內層、黏著層及外層具有呈現內聚失效之剝離強度。在一實施例中，在內層與黏著層以及黏著層與外層之間無底塗劑、化學表面處理、機械表面處理或其任何組合之情況下可獲得理想黏著性。此外，相較於習知熱固化，施加之輻射可提供更快固化。

【0054】 一旦成形且固化，上文所揭示之複合管的特定實施例即有利地展現所要特性，諸如氧氣滲透率、化學滲透率、水滲透率、耐化學性、可濕性、生物相容性、外層之外徑處減小之摩擦係數及外層之外徑處減小之表面黏性。特定言之，相較於由聚矽氧材料組成之傳統聚矽氧管，複合管具有改良之特性。舉例而言，相較於由聚矽氧材料組成之傳統聚矽氧管，複合管之氧氣滲透減少大於約 50%，諸如大於約

60%，諸如大於約 70%，或甚至大於約 80%。舉例而言，複合管之氧氣滲透率小於約 20,000 cc-mm/(m²-d-atm)、小於約 15,000 cc-mm/(m²-d-atm)、小於約 10,000 cc-mm/(m²-d-atm) 或甚至小於約 5,000 cc-mm/(m²-d-atm)。在一實施例中，相較於由聚矽氧材料組成之傳統聚矽氧管，複合管具有改良之化學滲透率及耐化學性。在一特定實施例中，複合管接觸化學物質時的較低膨脹率及膨脹量證實了耐化學性。在另一實施例中，相較於由聚矽氧材料組成之傳統聚矽氧管，複合管之水耗平均減少為大於約 20%，諸如大於約 30%，諸如大於約 40%或甚至大於約 50%。在另一實施例中，相較於由聚矽氧材料組成之傳統聚矽氧管，複合管之水蒸汽傳輸減少率為大於約 20%，諸如大於約 25%，諸如大於約 30%或甚至大於約 35%。

【0055】 在一實施例中，可密封或焊接複合管。通常，「密封」係指形成複合管之流體管道末端的扁平密封。通常，「焊接」係指將複合管之兩個部分焊接在一起以形成用於管應用之環形密封，所述環形密封提供複合管之兩端之間的流體管道。在一特定實施例中，至少外層之熱塑性材料為可密封的或可焊接的。設想任何合理的焊接或密封方法。

【0056】 許多行業使用與設備結合之複合管來傳送及移除液體。應用眾多，其中例如需要理想的氧氣滲透率、化學滲透率、抽汲流動速率、泵使用期限及/或水蒸汽滲透率。複合管可與任何合理的設備結合使用。例示性設備為醫療裝置、醫藥裝置、生物醫藥裝置、化學傳送裝置、實驗室裝置、水處理裝置、文件印刷裝置、食品及飲料裝置、工業清潔裝置、汽車裝置、航空裝置、電子裝置或燃料傳送裝置。此外，

儘管主要描述為複合管，但設想至少含有聚矽氧聚合物之內層、直接與內層接觸之黏著性聚矽氧層及直接與黏著性聚矽氧層接觸之外層的任何物品、型材或膜。

【0057】 圖 3 為耦接至根據一實施例之複合管 302 之設備 300 的圖式。複合管 302 可由圖 1 及圖 2 之複合管 100 及 200 形成。在一實施例中，設備 300 為用於提供流體之醫藥裝置。

【0058】 在一實施例中，設備 300 可包含泵，以經由複合管 302 分配流體。在一實施例中，設備 300 可包含蠕動泵、灌注泵、經腸饋入泵或其組合。

【0059】 複合管可有助於提供特定量之流體。舉例而言，可設定一或多個控制件，諸如控制件 304，以提供特定流動速率之流體。相關於經由控制件 304 指定之量，可分配介於特定容限內之一定量的流體。

【0060】 在一例示性實施例中複合管具有理想的流動穩定性及提高之使用期限。在一實施例中，如藉由在 400 rpm 及 0 psi 背壓下進行蠕動抽汲所量測，複合管之泵使用期限可為大於約 100 小時，諸如大於約 200 小時，或甚至大於約 400 小時。在一例示性實施例中，相較於由聚矽氧材料組成之傳統聚矽氧管，複合管之水耗平均減少可為大於約 20%，諸如大於約 30%，諸如大於約 40%或甚至大於約 50%。

【0061】 許多不同態樣及實施例為可能的。一些彼等態樣及實施例描述於本文中。在閱讀本說明書後，熟習此項技術者應瞭解，彼等態樣及實施例僅為說明性的且不限制本發明之範疇。實施例可與如下所列項目中之任何一或多者一致。

【0062】 實施例 1. 一種複合管，其包含含有聚矽氧聚合

物之內層，其中內層具有界定複合管之中心內腔的表面；與內層相鄰之黏著層，其中黏著層包含含有聚矽氧聚合物及增黏劑之黏著性聚矽氧材料；及與黏著層相鄰之外層，其中外層包含具有官能基之熱塑性聚合物，所述官能基與聚矽氧聚合物之增黏劑形成化學結合。

【0063】 實施例 2. 一種形成複合管之方法，其包含：提供包含聚矽氧聚合物之內層，其中內層具有界定複合管之中心內腔的表面；擠製與內層相鄰之黏著層，其中黏著層包含含有聚矽氧聚合物及增黏劑之黏著性聚矽氧材料；擠製與黏著層相鄰之外層，其中外層包含具有官能基之熱塑性聚合物，所述官能基與黏著層之增黏劑形成化學結合；及用輻射源照射黏著層及外層，以在外層之官能基與黏著層之增黏劑之間形成化學結合。

【0064】 實施例 3. 如實施例 1 或 2 所述的複合管或形成複合管之方法，其中在固化之前，黏著性聚矽氧材料之聚矽氧聚合物的黏度小於約 2,000,000 厘泊。

【0065】 實施例 4. 如實施例 1 或 2 所述的複合管或形成複合管之方法，其中黏著性聚矽氧材料之聚矽氧聚合物包含液態聚矽氧橡膠 (LSR) 或室溫硫化聚矽氧 (RTV)。

【0066】 實施例 5. 如實施例 1 或 2 所述的複合管或形成複合管之方法，其中黏著性聚矽氧材料之聚矽氧聚合物包含催化劑。

【0067】 實施例 6. 如實施例 5 所述的複合管或形成複合管之方法，其中催化劑為鉑。

【0068】 實施例 7. 如實施例 1 或 2 所述的複合管或形成

複合管之方法，其中增黏劑包含矽氧烷或矽烷，諸如 3-甲基丙烯醯氧基丙基三甲氧基矽烷、3-縮水甘油氧基丙基三甲氧基矽烷、乙烯基-三(2-甲氧基乙氧基)-矽烷；2,5,7,10-四氧雜-6-矽十一烷、6-乙烯基-6-(2-甲氧基乙氧基)-矽烷、氫苯基聚矽氧、苯基矽烷或其任何組合。

【0069】 實施例 8. 如實施例 1 或 2 所述的複合管或形成複合管之方法，其中熱塑性聚合物之氧氣滲透率小於約 20,000 cc-mm/(m²-d-atm)。

【0070】 實施例 9. 如實施例 1 或 2 所述的複合管或形成複合管之方法，其中熱塑性聚合物為聚酯、聚胺甲酸酯、尼龍、聚醯亞胺、聚醯胺、聚醚、聚苯乙烯、丙烯腈丁二烯苯乙烯 (ABS)、聚對苯二甲酸丁二酯 (PBT)、聚丙烯酸、乙烯醇 (EVOH)、聚烯烴、乙烯丙烯二烯彈性體、共聚物、摻合物或其組合。

【0071】 實施例 10. 如實施例 1 或 2 所述的複合管或形成複合管之方法，其中官能基包括氫氧化物、羰基、醇、羧基、苯基、胺、二烯或其組合。

【0072】 實施例 11. 如實施例 1 或 2 所述的複合管或形成複合管之方法，其中外層進一步包括催化劑、交聯促進劑或其組合。

【0073】 實施例 12. 如實施例 1 或 2 所述的複合管或形成複合管之方法，其中官能基及增黏劑形成黏性結合。

【0074】 實施例 13. 如實施例 1 或 2 所述的複合管或形成複合管之方法，其中內層之聚矽氧聚合物包含液態聚矽氧橡膠、高稠度橡膠或室溫硫化聚矽氧。

【0075】 實施例 14. 如實施例 1 或 2 所述的複合管或形成複合管之方法，其中內層與黏著層直接接觸。

【0076】 實施例 15. 如實施例 1 或 2 所述的複合管或形成複合管之方法，其中黏著層與外層直接接觸。

【0077】 實施例 16. 如實施例 2 所述的形成複合管之方法，其中輻射源為波長為約 10 奈米 (nm) 至約 410 nm 之紫外能量。

【0078】 實施例 17. 如實施例 2 所述的形成複合管之方法，其中輻射源大體上使黏著性聚矽氧材料固化。

【0079】 實施例 18. 如實施例 2 所述的形成複合管之方法，其中輻射源大體上使熱塑性聚合物交聯。

【0080】 實施例 19. 如實施例 2 所述的形成複合管之方法，其中共擠製黏著層與外層。

【0081】 實施例 20. 如實施例 1 或 2 所述的複合管或形成複合管之方法，其中相較於傳統聚矽氧管，複合管之氧氣滲透減小大於約 50%，諸如不超過約 60%，諸如不超過約 70%，或甚至不超過約 80%。

【0082】 實施例 21. 如實施例 1 或 2 所述的複合管或形成複合管之方法，其中複合管之泵使用期限為至少約 100 小時，諸如至少約 200 小時，或甚至至少約 400 小時。

【0083】 實施例 22. 如實施例 1 或 2 所述的複合管或形成複合管之方法，其中相較於傳統聚矽氧管，複合管之水蒸汽傳輸減少率為大於約 20%，諸如大於約 25%，諸如大於約 30%，或甚至大於約 35%。

【0084】 實施例 24. 如實施例 1 或 2 所述的複合管或形成

複合管之方法，其中複合管經焊接或密封。

【0085】 實施例 25. 一種設備，其包含根據實施例 1 之複合管，其中設備為醫療裝置、醫藥裝置、生物醫藥裝置、化學傳送裝置、實驗室裝置、水處理裝置、食品及飲料裝置、文件印刷裝置、工業清潔裝置、汽車裝置、航空裝置、電子裝置或燃料傳送裝置。

【0086】 實施例 26. 一種設備，其包含根據實施例 1 之複合管；及耦接至管以分配包含於管中之流體的泵。

【0087】 實施例 27. 如實施例 26 所述的設備，其中泵包含提供流體之醫藥裝置。

【0088】 實施例 28. 如實施例 26 至 27 所述的設備，其中泵為蠕動泵。

【0089】 將在以下實例中進一步描述本文所描述之概念，該等實例並不限制申請專利範圍中所描述之本發明之範疇。提供以下實例以更好地揭示及教示本發明之製程及組合物。其僅出於說明之目的，且必須承認可進行較小變化及改變而不實質上影響在以下申請專利範圍中所敘述的本發明之精神及範疇。

實例

實例 1

【0090】 使用第一層 UV 固化高稠度橡膠（HCR）及第二層熱塑性聚酯模製組合結構之原型薄片。組合薄片使用壓縮壓模機進行模製，且經由波長為約 200 至 450 nm 之 UV 輻射固化。組合薄片之總厚度為 0.080"。第一 UV 固化聚矽氧層之厚度為 0.079"，且頂部熱塑性聚酯層之厚度為 0.001"。

【0091】 相較於由傳統聚矽氧製成之薄片，組合薄片結構產生改良之水蒸汽傳輸（WVTR）性能。在本實例中，「傳統聚矽氧」為熱固化鉑催化之高稠度橡膠（HCR）。MOCON Permatran W700 WVTR 分析器用於比較上文所描述之組合薄片以及傳統聚矽氧薄片之 WVTR。在 37.8°C 及 100% 相對濕度下，在大氣下在薄片之單側上進行測試，其曝露之測試區域為 50 cm²。所用測試氣體為氮氣，其速率為 100 sccm，持續 30 分鐘之總測驗週期。傳統聚矽氧薄片之平均 WVTR 為 48.7 g/(m²-d)，且組合薄片之平均 WVTR 為 42.8 g/(m²-d)。此為穿過薄片壁之約 12% 水耗減少。

【0092】 相較於由傳統聚矽氧製成之薄片，組合薄片結構亦產生改良之氧氣傳輸（OTR）性能。MOCON Ox-tran 2/20 氧氣分析器用於比較上文所描述之組合薄片以及傳統聚矽氧薄片之 OTR。在 25°C 下，在大氣下在薄片之單側上根據 ASTM D3985 進行測試，其曝露之測試區域為 5 cm²。所用測試氣體為 10% 氧氣，其速率為 20 sccm，持續 30 分鐘之總測驗週期。所用運載氣體為 0% RH 之 4% H₂ 及 96% N₂。傳統聚矽氧薄片之平均 OTR 為 20800 cc/(m²-d-atm)，且組合薄片之平均 OTR 為 2890 cc/(m²-d-atm)。此為穿過組合薄片壁之約 85% 氧氣滲透率減少。

實例 2

【0093】 首先，使用第一層熱固化高稠度橡膠（HCR）及第二層 HCR 與 EPDM 之組合物模製組合夾層結構之原型薄片作為黏著層；其次，在加熱之壓機下覆疊第三層 EPDM。組合夾層結構薄片使用壓縮壓模機進行模製，且在 350°F 下固化

3 min 作為第一步驟，且在 350°F 下固化 7 min 作為第二步驟。組合薄片之總厚度為 0.071 吋。第一熱固化聚矽氧層之厚度為 0.022 吋，作為黏著層之聚矽氧 EPDM 組合層之厚度為 0.030 吋，且 EPDM 層之厚度為 0.019 吋。聚矽氧薄片亦模製為具有 0.061 吋之厚度的控制件。

【0094】 相較於由傳統聚矽氧製成之薄片，組合薄片結構產生改良之水蒸汽傳輸 (WVTR) 性能。在本實例中，「傳統聚矽氧」為熱固化鉑催化之高稠度橡膠 (HCR)，其具有用於夾層薄片之第一層的相同調配物；聚矽氧 EPDM 組合物為熱固化的，其具有用於夾層薄片之第二層的相同調配物；EPDM 為熱澆鑄的，其具有用於夾層薄片之第三層的相同調配物。MOCON Permatran W700 WVTR 分析器用於比較上文所描述之夾層組合薄片以及傳統聚矽氧薄片、聚矽氧 EPDM 組合物及 EPDM 之 WVTR。在 37.8°C 及 100% 相對濕度下，在大氣下在薄片之單側上進行測試，其曝露之測試區域為 50 cm²。所用測試氣體為氮氣，其速率為 100 sccm，持續 30 分鐘之總測驗週期。傳統聚矽氧薄片之平均 WTVR 為 37.4 g/(m²-d)，聚矽氧 EPDM 組合薄片之平均 WTVR 為 9.6 g/(m²-d)，EPDM 薄片之平均 WTVR 為 1 g/(m²-d)，且夾層組合薄片之平均 WVTR 為 4.6 g/(m²-d)。相較於傳統聚矽氧薄片，夾層組合薄片具有穿過薄片壁之約 88% 水耗減少。(應注意，100% 意指膜為完全不可滲透的)。

【0095】 在使用電子束或 γ 輻射進行後交聯之前，第一聚矽氧層與第三 EPDM 層之間的結合力為約 5.6 ppi，且觀測到黏著失效。在 50 kGy 之鈷-60 γ 輻射後，第一聚矽氧層與第三

EPDM 層之間的結合力經提昇至 8.1 ppi，且觀測到內聚失效。

【0096】 應注意，並非所有在以上一般描述或實例中描述的活動皆為需要的，特定活動之一部分可為不需要的，且可進行除描述的彼等活動之外的一或多種其他活動。再此外，活動之列出次序不必為其進行之次序。

【0097】 上文已就特定實施例描述了效益、其他優點及問題的解決方案。然而，所述效益、優點、問題的解決方案及任何可使任何效益、優點或解決方案發生或變得較顯著的特徵不應解釋為任何或所有申請專利範圍的關鍵的、需要的或基本的特徵。

【0098】 本文中所描述之實施例的詳述及說明意欲提供對各種實施例之結構的一般理解。詳述及說明並不意欲用作詳盡及全面地描述使用本文中所描述之結構或方法的設備及系統的所有元件及特徵。單獨實施例亦可以組合形式提供於單個實施例中，且相反地，為簡潔起見，在單個實施例之上下文中所描述之各種特徵亦可單獨地或以任何子組合形式提供。此外，對以範圍形式陳述之值的提及包含所述範圍內的每一值。僅在閱讀本說明書後，熟習此項技術者可明白許多其他實施例。可使用其他實施例且其他實施例可衍生自本發明，因此在不脫離本發明之範疇的情況下，可進行結構取代、邏輯取代或另一改變。因此，本發明應被視為說明性而非限制性的。

【符號說明】

【0099】

100：複合管

- 102：內層
- 104：黏著層
- 106：外層
- 108：內表面
- 200：複合管
- 202：主體
- 204：外徑
- 206：內徑
- 208：中空孔
- 210：壁厚
- 212：長度
- 214：遠端
- 216：近端
- 300：設備
- 302：複合管
- 304：控制件

申請專利範圍

1. 一種複合管，包括：
包括聚矽氧聚合物之內層，其中所述內層具有界定所述複合管之中心內腔的表面；
與所述內層相鄰之黏著層，其中所述黏著層包括含有聚矽氧聚合物及增黏劑之黏著性聚矽氧材料，及
與所述黏著層相鄰之外層，其中所述外層包括具有官能基之熱塑性聚合物，所述官能基與所述聚矽氧聚合物之所述增黏劑形成化學結合。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述的複合管，其中在固化之前，所述黏著性聚矽氧材料之所述聚矽氧聚合物的黏度小於約 2,000,000 厘泊。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述的複合管，其中所述黏著性聚矽氧材料之所述聚矽氧聚合物包括液態聚矽氧橡膠 (LSR) 或室溫硫化聚矽氧 (RTV)。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述的複合管，其中所述黏著性聚矽氧材料之所述聚矽氧聚合物包含催化劑。
5. 如申請專利範圍第 1 項所述的複合管，其中所述增黏劑包括矽氧烷或矽烷，諸如 3-甲基丙烯醯氧基丙基三甲氧基矽烷、3-縮水甘油氧基丙基三甲氧基矽烷、乙烯基-三(2-甲氧基乙氧基)-矽烷；2,5,7,10-四氧雜-6-矽十一烷、6-乙烯基-6-(2-甲氧基乙氧基)-矽烷、氫苯基聚矽氧、苯基矽烷或其任何組合。
6. 如申請專利範圍第 1 項所述的複合管，其中所述熱塑性聚合物之氧氣滲透率小於約 20,000 cc-mm/(m²-d-atm)。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述的複合管，其中所述熱塑性聚合物為聚酯、聚胺甲酸酯、尼龍、聚醯亞胺、聚醯胺、聚醚、聚苯乙烯、丙烯腈丁二烯苯乙烯 (ABS)、聚對苯二甲酸丁二酯 (PBT)、聚丙烯酸、乙烯乙二醇 (EVOH)、聚烯烴、乙烯丙烯二烯彈性體、共聚物、摻合物或其組合。
8. 如申請專利範圍第 1 項所述的複合管，其中所述官能基包括氫氧化物、羰基、醇、羧基、苯基、胺、二烯或其組合。
9. 如申請專利範圍第 1 項所述的複合管，其中所述外層進一步包括催化劑、交聯促進劑或其組合。
10. 如申請專利範圍第 1 項所述的複合管，其中所述官能基及所述增黏劑形成黏性結合。
11. 如申請專利範圍第 1 項所述的複合管，其中所述內層之聚矽氧聚合物包括液態聚矽氧橡膠、高稠度橡膠或室溫硫化聚矽氧。
12. 一種設備，其包括如申請專利範圍第 1 項所述的複合管，其中所述設備為醫療裝置、醫藥裝置、生物醫藥裝置、化學傳送裝置、實驗室裝置、水處理裝置、食品及飲料裝置、文件印刷裝置、工業清潔裝置、汽車裝置、航空裝置、電子裝置或燃料傳送裝置。
13. 一種形成複合管之方法，包括：
提供包括聚矽氧聚合物之內層，其中所述內層具有界定所述複合管之中心內腔的表面；
擠製與所述內層相鄰之黏著層，其中所述黏著層包括含有聚矽氧聚合物及增黏劑之黏著性聚矽氧材料；
擠製與所述黏著層相鄰之外層，其中所述外層包括具有官

能基之熱塑性聚合物，所述官能基與所述黏著層之所述增黏劑形成化學結合；及

用輻射源照射所述黏著層及所述外層，以在所述外層之所述官能基與所述黏著層之所述增黏劑之間形成化學結合。

14. 如申請專利範圍第 13 項所述的形成所述複合管之方法，其中所述輻射源大體上使所述黏著性聚矽氧材料固化。
15. 如申請專利範圍第 13 項所述的形成所述複合管之方法，其中所述輻射源大體上使所述熱塑性聚合物交聯。

圖式

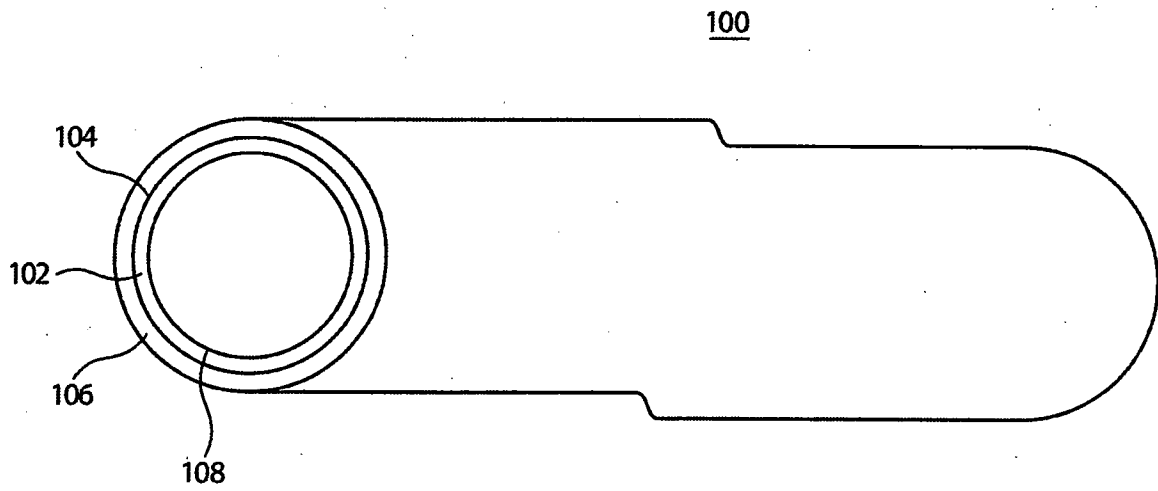


圖1

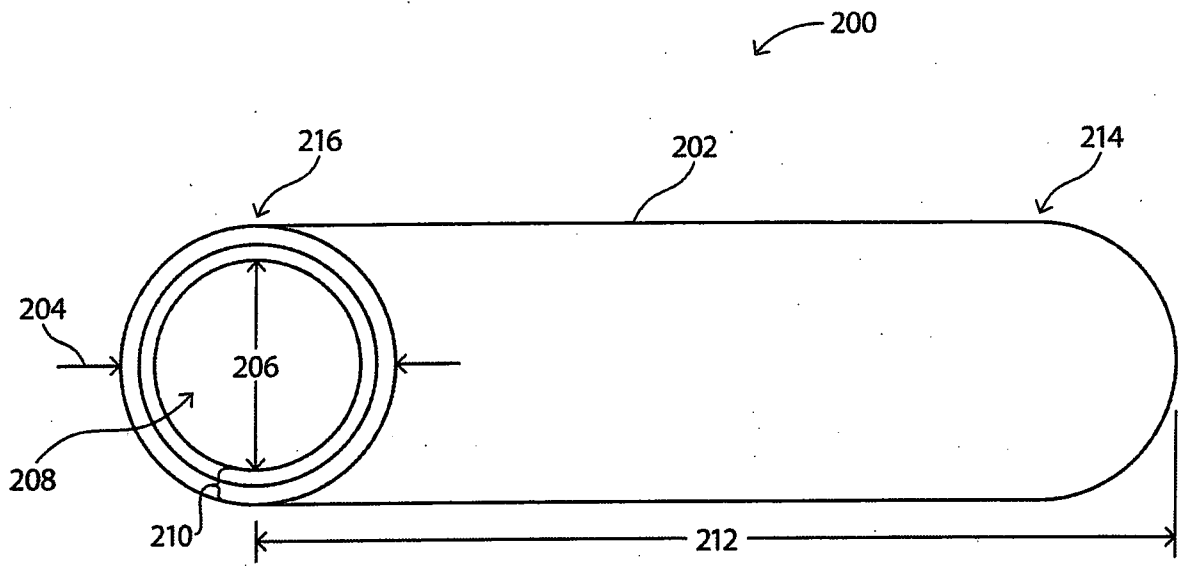


圖2

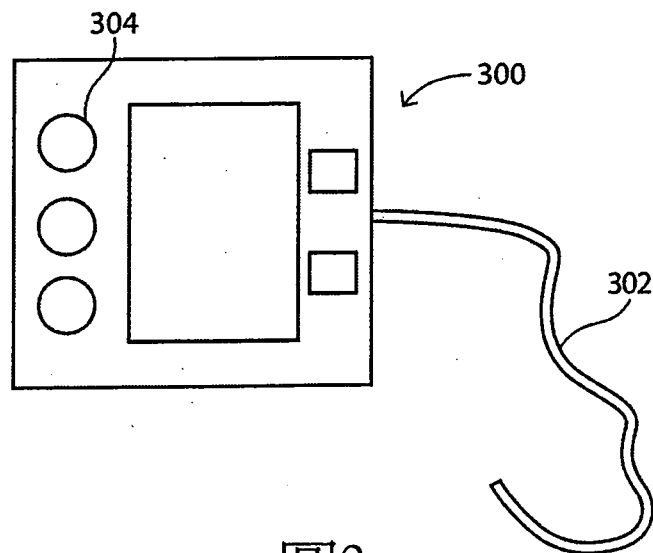


圖3