



(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 201933433 A

(43)公開日：中華民國 108 (2019) 年 08 月 16 日

(21)申請案號：107138129

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 10 月 29 日

(51)Int. Cl. : H01L21/027 (2006.01)

H01L21/3213(2006.01)

H01L27/15 (2006.01)

(30)優先權：2017/10/30 美國

62/578,887

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

美國

(72)發明人：索倫森 麥克萊斯利 SORENSEN, MICHAEL LESLEY (US)

(74)代理人：李世章；彭國洋

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：7 共 33 頁

(54)名稱

用於形成維度敏感性結構之系統及方法

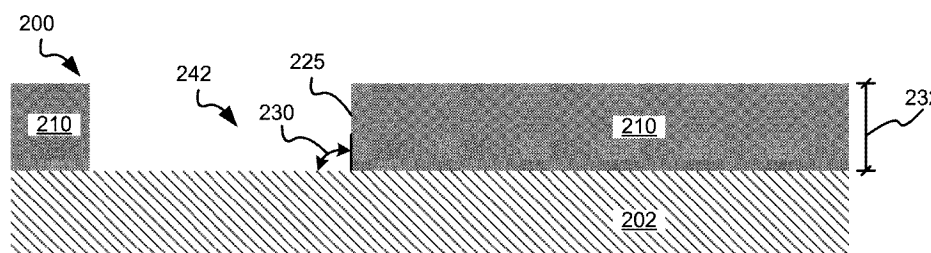
SYSTEMS AND METHODS FOR FORMING DIMENSIONALLY SENSITIVE STRUCTURES

(57)摘要

實施例係關於形成結構，且更特定言之，係關於用於使用一兩步基於溶膠凝膠之製程形成結構之系統及方法。

Embodiments are related to forming structures, and more particularly to systems and methods for forming structures using a two step sol-gel based process.

指定代表圖：



第2a圖

符號簡單說明：

200 . . . 裝置

202 . . . 基底

210 . . . 基於溶膠凝膠之結構層

225 . . . 壁

230 . . . 角度標記

232 . . . 厚度

242 . . . 豎直井

【發明說明書】

【中文發明名稱】用於形成維度敏感性結構之系統及方法

【英文發明名稱】SYSTEMS AND METHODS FOR FORMING
DIMENSIONALLY SENSITIVE STRUCTURES

【技術領域】

相關申請之交互參照

【0001】 本申請案依據專利法主張2017年10月30日提交的美國臨時申請案第62/578,887號之優先權權益，該申請案之內容受信賴且被以引用的方式全部併入本文中。

【0002】 實施例係關於形成結構，且更特定言之，係關於用於使用一兩步基於溶膠凝膠之製程形成結構之系統及方法。

【先前技術】

【0003】 LED顯示器、LED顯示器組件及排成陣列之LED元件包括置放於跨顯示器或裝置之表面的定義之位置處之大量二極體。流體總成可用於相對於一基板組裝二極體。此總成常為一隨機製程，藉以將LED裝置沈積至基板上之井內。使用傳統圖案及蝕刻製程形成至基板之表面內的此等井可導致不規則之井形狀，包括（例如）使流體總成不太可控制之下凹井底部。

【0004】 因此，對於至少前述原因，在此項技術中存在對用於製造維度敏感性結構之進階系統及方法之需求。

【發明內容】

【0005】 實施例係關於形成結構，且更特定言之，係關於用於使用一兩步基於溶膠凝膠之製程形成結構之系統及方法。

【0006】 本發明內容僅提供本發明之一些實施例之大體概述。片語「在一個實施例中」、「根據一個實施例」、「在各種實施例中」、「在一或多個實施例中」、「在特定實施例中」及類似者大體意謂跟在該片語後之特定特徵、結構或特性包括於本發明之至少一個實施例中，且可包括於本發明之一個以上實施例中。重要地，此等片語未必指同一實施例。本發明之許多其他實施例將自以下詳細描述、隨附申請專利範圍及附圖變得更充分地顯而易見。

【圖式簡單說明】

【0007】 可藉由參看說明書之其餘部分中描述的圖來實現對本發明之各種實施例之進一步理解。在圖中，相似參考數字貫穿若干圖用以指類似組件。在一些實例中，由小寫字母組成之子標籤與一參考數字相關聯以表示多個類似組件中之一者。當對一參考數字進行參考而無對一現有子標籤之指定時，其意欲指所有此等多個類似組件。

【0008】 第 1 a 圖至第 1 b 圖描繪用以將實體物件沈積至多個維度敏感性井內之一實例流體總成系統；

【0009】 第 2 a 圖展示包括形成於一基底上的一基於溶膠凝膠之結構層之一裝置，其中該基於溶膠凝膠之結構層包括使用根據本發明之各種實施例的維度敏感性製程形成之一或多個豎直井；

【0010】 第 2 b 圖類似於第 2 a 圖，惟該一或多個豎直井展現可在未利用維度敏感性製程之處發生的滑塌；

【0011】 第 3 a 圖展示包括形成於一基底上的一基於溶膠凝膠之結構層之一裝置，其中該基於溶膠凝膠之結構層包括使用根據本發明之各種實施例的維度敏感性製程形成之一或多個錐形井；

【0012】 第 3 b 圖類似於第 3 a 圖，惟該一或多個錐形井展現可在未利用維度敏感性製程之處發生的滑塌；

【0013】 第 4 圖以圖形方式描繪根據本發明之一或多個實施例的可用以使溶膠凝膠材料固化之一實例光子固化製程；

【0014】 第 5 圖以圖形方式描繪根據本發明之一或多個實施例的可用以使溶膠凝膠材料固化之一實例熱固化製程；且

【0015】 第 6 圖為描繪用於使用第一固化製程部分使一溶膠凝膠材料固化跟著為使用第二固化製程的該溶膠凝膠材料之固化的根據本發明之一些實施例之方法之流程圖；且

【0016】 第 7 圖為展示用於製造易經受用以形成維度敏感性結構之第一及第二固化製程之溶膠凝膠材料的根據本發明之各種實施例之方法之流程圖。

【實施方式】

【0017】 實施例係關於形成結構，且更特定言之，係關於用於使用基於溶膠凝膠之兩步製程形成結構之系統及

方法。

【0018】 各種實施例提供用於製造一基於溶膠凝膠之結構層之方法。該方法包括：自一溶膠凝膠材料形成經圖案化之溶膠凝膠材料層，其中該經圖案化之溶膠凝膠材料層包括一或多個特徵；將一第一固化應用於該經圖案化之溶膠凝膠材料層以產生一部分固化之溶膠凝膠材料層，其中該經圖案化之溶膠凝膠材料層之該溶膠凝膠材料經硬化使得減小該一或多個特徵之一溶解損失之一可能性；及將一第二固化應用於該部分固化之溶膠凝膠材料層以進一步硬化該部分固化之溶膠凝膠材料層之該溶膠凝膠材料。

【0019】 在前述實施例之一些實例中，該部分固化之溶膠凝膠材料層展現黏性。在各種實例中，該部分固化之溶膠凝膠材料層展現在攝氏 25 度且 1 赫茲下低於 0.33 兆帕之一模數。在一些此等實例中，該固化之溶膠凝膠材料層展現在攝氏 25 度且 1 赫茲下高於 0.33 兆帕之一模數。在前述實施例之一或多個實例中，該部分固化之溶膠凝膠材料層係可撓性的。在前述實施例之一些實例中，該第一固化為一光子固化。在一些此等實例中，該光子固化包括將經圖案化之溶膠凝膠材料層曝露於在兩百與七百奈米之間的一波長之光。在前述實施例之各種實例中，該第二固化為一熱固化。在一些此等實例中，該熱固化包括在一定義之時間內將該部分固化之溶膠凝膠材料層加熱至一定義之溫度。

【0020】 其他實施例提供一溶膠凝膠材料，其：使用第一固化製程在溶膠凝膠材料具有黏性之第一硬度下自液體轉變至固體；及使用第二固化製程在溶膠凝膠材料不具有黏性之第二硬度下轉變至固體。在前述實施例之一些實例中，該第一固化製程為一光子固化製程。在一些情況中，此光子固化製程包括將該溶膠凝膠材料層曝露於在兩百與七百奈米之間的一波長之光。在前述實施例之各種實例中，該第二固化製程為一熱固化製程。在一些情況中，該熱固化製程包括在一定義之時間內將該部分固化之溶膠凝膠材料層加熱至一定義之溫度。在前述實施例之一或多個實例中，該溶膠凝膠材料為含有在按重量計百分之十與百分之四十之間的硫醇-烯官能材料之硫醇-烯交聯溶膠凝膠材料。在前述實施例之特定實例中，該溶膠凝膠材料含有含硫醇之溶膠凝膠及含乙烯基之溶膠凝膠。在一些此等實例中，該溶膠凝膠材料進一步含有自由劑引發劑。在前述實施例之各種中，該溶膠凝膠材料進一步含有穩定劑。

【0021】 又其他實施例提供用於製造一雙重固化溶膠凝膠材料之方法。該方法包括：藉由組合一含硫醇溶膠凝膠、一含乙烯基溶膠凝膠與一穩定劑來形成一液體溶膠凝膠材料。該液體溶膠凝膠材料可使用以下各者固化：一第一固化製程，以產生呈固體形式且展現黏性之一部分固化之溶膠凝膠；及一第二固化製程，以產生呈固體形式且不展現黏性之一固化之溶膠凝膠。在前述實施例之一些實例

中，該第一固化製程為一光子固化製程，且該第二固化製程為一熱固化製程。

【0022】 轉至第 1a 圖，展示一流體總成系統 100，其用以將實體物件 130 沈積至形成於在基板 140 之表面頂上之基於溶膠凝膠之結構對準層 190 中的多個維度敏感性井 142 內。在一些情況中，實體物件 130 可為微二極體，然而，在其他情況中，實體物件可為其他電子裝置或甚至非電子裝置。轉至第 1b 圖，展示基板 140 之表面之一實例俯視圖 199，其中一陣列井（展示為圓圈）延伸至基於溶膠凝膠之結構對準層 190 內。應注意，雖然將井 142 展示為橫截面為圓形，但關於不同實施例可使用其他形狀。在一些實施例中，基板 140 為玻璃基板，且井 142 為六十（60）微米直徑，形成於基於溶膠凝膠之結構對準層 190 中，有五百（500）微米偏移。基於溶膠凝膠之結構對準層 190 可使用類似於以下關於第 7 圖論述之溶膠凝膠材料的溶膠凝膠材料之形成基板 140，且使用如以下關於第 2 圖至第 3 圖及第 6 圖論述之兩步固化製程創造。

【0023】 沈積裝置 150 將懸浮液 110 沈積於基板 140 之表面上，其中懸浮液 110 藉由壩結構之側 120 固持於基板 140 之上。在一些情況中，沈積裝置 150 為具有至懸浮液 110 之蓄水池的入口之泵。懸浮液移動裝置 160 攪拌沈積於基板 140 上之懸浮液 110，使得實體物件 130 相對於基板 140 之表面移動。當實體物件 130 相對

於基板 140 之表面移動時，其沈積至井 142 內。在一些實施例中，懸浮液移動裝置 160 為在三個維度中移動之刷子。一捕獲裝置 170 包括一入口，其延伸至懸浮液 110 內且能夠回收包括載液 115 之一部分的懸浮液 110 之一部分及未沈積之實體物件 130，且將回收之材料返回供再使用。在一些情況中，捕獲裝置 170 為泵。

【0024】已判定，在流體總成期間使用溶膠凝膠材料形成用於捕獲微裝置之結構對準層優於有機塗層，因為其允許改良之密封性、更高溫度處理、更大光學透射率、合乎需要之機械穩定性、與各種焊料製程之相容性及在其上執行流體總成之更可化學調諧之表面。作為一實例，基於溶膠凝膠之結構材料之使用實現在一些情況中具有大於攝氏兩百度（ $> 200\text{C}$ ）之溫度劇增之熱處理，此取決於特定溶膠凝膠材料及所要的光學透射率（例如，在 400 nm 至 800 nm 之一波長範圍中， $\geq 70\%$ 、 $\geq 80\%$ 或 ≥ 90 ）。在其他情況中，取決於特定溶膠凝膠材料及所要的光學透射率（例如，在 400 nm 至 800 nm 之一波長範圍中， $\geq 70\%$ 、 $\geq 80\%$ 或 ≥ 90 ），大於攝氏三百度（ $> 300\text{C}$ ）之溫度劇增係可能的。在又其他情況中，取決於特定溶膠凝膠材料及所要的光學透射率（例如，在 400 nm 至 800 nm 之一波長範圍中， $\geq 70\%$ 、 $\geq 80\%$ 或 ≥ 90 ），大於攝氏三百五十度（ $> 350\text{C}$ ）之溫度劇增係可能的。在特定情況中，取決於特定溶膠凝膠材料及所要的光學透射率（例如，在 400 nm 至 800 nm 之一波長範圍中， $\geq 70\%$ 、

$\geq 80\%$ 或 ≥ 90) , 大於攝氏四百度 ($> 400^{\circ}\text{C}$) 之溫度劇增係可能的。可在形成具有相對大厚度 (例如, 厚度自小於一微米 ($1\ \mu\text{m}$) 至大於十微米 ($10\ \mu\text{m}$)) 之結構對準層 190 的同時達成前述溫度劇增及特性。

【0025】 另外, 溶膠凝膠材料之此使用提供黏度之更容易調諧以有助於處理, 而不顯著更改最終薄膜性質 (當與有機塗層相比時) , 及 / 或形成基於溶膠凝膠之結構對準層 190 的溶膠凝膠製程之光學及電性質之更大調諧能力。另外或替代地, 使用溶膠凝膠製程形成基於溶膠凝膠之結構對準層 190 允許在單一步驟中印塗至一已知厚度, 而有機塗層至一致深度之傳統圖案化及蝕刻需要蝕刻浸泡劑之恆定維持。應注意, 前述僅為可達成之實例優勢, 且基於本文中提供之揭示內容, 一般熟習此項技術者將認識到可根據不同實施例達成之額外或替代優勢。

【0026】 轉至第 2a 圖, 展示包括形成於一基底 202 上的一基於溶膠凝膠之結構層 210 之一裝置 200, 其中基於溶膠凝膠之結構層 210 包括使用根據本發明之各種實施例的維度敏感性製程形成之一或多個豎直井 242。以下關於第 6 圖更充分地描述此維度敏感性製程。豎直井 242 由按距基底 202 九十 (90) 度 (如由角度標記 230 展示) 之一壁 225 界定。基於溶膠凝膠之結構層 210 展現厚度 232。

【0027】 藉由按一選定厚度 (亦即, 將導致在於熱固化製程期間凝結溶膠凝膠材料後之厚度 232 的一厚度) 在

基底 202 上形成溶膠凝膠材料來製造裝置 200。溶膠凝膠材料經圖案化以包括對應於基於溶膠凝膠之結構層 210 中之圖案的一或多個結構圖案。在一個特定實施例中，結構圖案係藉由微複製來形成，微複製包括：將溶膠凝膠之層旋塗至一玻璃基底上至一所要的厚度（例如，十（10）微米），且用聚二甲基矽氧烷（polydimethylsiloxane；PDMS）模具壓印。作為許多其他實例中之僅一些，可使用以下製程中之一或多者將溶膠凝膠材料圖案化：絲網印刷、柔性印刷、微複製、凹版印刷、噴墨印刷、膠版印刷或衝壓。

【0028】 將經圖案化、未固化之溶膠凝膠材料曝露於第一固化製程以產生部分固化之溶膠凝膠材料（亦對應於基於溶膠凝膠之結構層 210）。第一固化製程可為光子固化，其中將經圖案化、未固化之溶膠凝膠材料曝露於光子輻射（例如，紫外線或其他光），此導致溶膠凝膠材料自液體至固體之轉變。光子固化導致藉由使溶膠凝膠材料硬化且因此減小滑塌或歸因於液體溶膠凝膠材料之流動特性的其他維度改變之可能性來固定結構。在一個特定實施例中，第一固化製程包括將經圖案化、未固化之溶膠凝膠材料曝露於來自在兩百（200）奈米至七百（700）奈米之範圍中的汞源或 LED 之光。在一個實施例中，第一固化製程包括將經圖案化、未固化之溶膠凝膠材料曝露於三百九十五（395）奈米，與另一實施例相比，此提供相對慢之固化，在該另一實施例中，將經圖案化、未固化之溶

膠凝膠材料曝露於較低波長光源(例如,三百六十五(365)奈米、三百七十五(375)奈米或三百八十五(385)奈米)。此慢固化導致部分固化之溶膠凝膠材料之可撓性及黏性之增大。應注意,光之強度影響固化速率,且因此,光強度可為可調整的以提供對固化速度之進一步控制。在另一實施例中,第一固化製程包括將經圖案化、未固化之溶膠凝膠材料曝露於提供相對快固化之相對低波長光。在(例如)具有高線速度之捲軸式處理系統中,此快固化可為合乎需要的。在任何情況中,第一固化導致溶膠凝膠材料轉變至固相(亦即,儲存模組超過損失模組,如以下關於第4圖所論述)。另外,在一些情況中,第一固化導致溶膠凝膠材料轉變至在 25°C 且 1 Hz 下具有低於 0.33 MPa 之剪切儲存模數的部分固化之溶膠凝膠材料。

【0029】 部分固化之溶膠凝膠材料稍後曝露於第二固化製程以產生基於溶膠凝膠之結構層210。此第二固化製程導致失去黏性的基於溶膠凝膠之結構層210,因為其在 25°C 且 1 Hz 下具有低於 0.33 MPa 之剪切儲存模數。第二固化製程可為熱固化,其中將部分固化之溶膠凝膠結構層曝露於導致溶膠凝膠材料之進一步硬化的加熱製程。此熱固化製程可在相對高溫下在短的週期內或在相對低溫下在更短週期內進行。在一個特定實施例中,第二固化製程涉及將部分固化之溶膠凝膠材料曝露於攝氏兩百三十(230)度之溫度達一小時。此熱固化使部分固化之溶膠凝膠材料凝結,從而引起重量損失(如以下關於第

5 圖所論述)，及達成厚度 232。

【0030】轉至第 2b 圖，裝置 250 類似於裝置 200，惟一或多個豎直井展現在跳過第一固化製程且僅利用第二固化製程之情況下可發生之滑塌除外。如所展示，利用的溶膠凝膠材料之流動特性導致豎直井 242 之壁滑塌，使得壁 275 按距基底 202 之一未選定角度（如由角度標記 280 展示）延伸。在一些應用中，對維度敏感性結構之此缺乏控制可並非可接受的。

【0031】轉至第 3a 圖，展示包括形成於一基底 302 上的一基於溶膠凝膠之結構層 310 之一裝置 300，其中基於溶膠凝膠之結構層 310 包括使用根據本發明之各種實施例的維度敏感性製程形成之一或多個錐形井 342。以下關於第 6 圖更充分地描述此維度敏感性製程。錐形井 342 由按距基底 302 所要的角度（如由角度標記 330 展示）延伸之一壁 325 界定。基於溶膠凝膠之結構層 310 展現厚度 332。

【0032】藉由按一選定厚度（亦即，將導致在於熱固化製程期間使溶膠凝膠材料凝結後之厚度 332 的一厚度）在基底 302 上形成溶膠凝膠材料來製造裝置 300。溶膠凝膠材料經圖案化以包括對應於基於溶膠凝膠之結構層 310 中之圖案的一或多個結構圖案。在一個特定實施例中，結構圖案係藉由絲網印刷來形成，絲網印刷包括：將溶膠凝膠之圖案絲網印刷至一玻璃基底上至一所要的厚度（例如，十（10）微米）。作為許多其他實例中之僅一些，

可使用以下製程中之一或多者將溶膠凝膠材料圖案化：絲網印刷、柔性印刷、微複製、凹版印刷、噴墨印刷、膠版印刷或衝壓。

【0033】 將經圖案化、未固化之溶膠凝膠材料曝露於第一固化製程以產生部分固化之溶膠凝膠材料（亦對應於基於溶膠凝膠之結構層 310）。第一固化製程可為光子固化，其中將經圖案化、未固化之溶膠凝膠材料曝露於光子輻射（例如，紫外線或其他光），此導致溶膠凝膠材料自液體至固體之轉變。光子固化導致藉由使溶膠凝膠材料硬化且因此減小滑塌或歸因於液體溶膠凝膠材料之流動特性的其他維度改變之可能性來固定結構。在一個特定實施例中，第一固化製程包括將經圖案化、未固化之溶膠凝膠材料曝露於來自在兩百（200）奈米至七百（700）奈米之範圍中的汞源或 LED 之光。在一個實施例中，第一固化製程包括將經圖案化、未固化之溶膠凝膠材料曝露於三百九十五（395）奈米，與另一實施例相比，此提供相對慢之固化，在該另一實施例中，將經圖案化、未固化之溶膠凝膠材料曝露於較低波長光源（例如，三百六十五（365）奈米、三百七十五（375）奈米或三百八十五（385）奈米）。此慢固化導致部分固化之溶膠凝膠材料之可撓性及黏性之增大。在另一實施例中，第一固化製程包括將經圖案化、未固化之溶膠凝膠材料曝露於提供相對快固化之相對低波長光。在（例如）具有高線速度之捲軸式處理系統中，此快固化可為合乎需要的。在任何情況中，第一固化

導致溶膠凝膠材料轉變至固相（亦即，儲存模組超過損失模組，如以下關於第 4 圖所論述）。另外，在一些情況中，第一固化導致溶膠凝膠材料轉變至在 25℃ 且 1 Hz 下具有小於 0.33 MPa 之剪切儲存模數的部分固化之溶膠凝膠材料。

【0034】 部分固化之溶膠凝膠材料稍後曝露於第二固化製程以產生基於溶膠凝膠之結構層 310。此第二固化製程導致不具有黏性的基於溶膠凝膠之結構層 310，因為其在 25℃ 且 1 Hz 下已超過 0.33 MPa 之剪切儲存模數。第二固化製程可為熱固化，其中將部分固化之溶膠凝膠結構層曝露於導致溶膠凝膠材料之進一步硬化的加熱製程。此熱固化製程可在相對高溫下在短的週期內或在相對低溫下在更短週期內進行。在一個特定實施例中，第二固化製程涉及將部分固化之溶膠凝膠材料曝露於攝氏兩百三十（230）度之溫度達一小時。此熱固化使部分固化之溶膠凝膠材料凝結，從而引起重量損失（如以下關於第 5 圖所論述），及達成厚度 332。

【0035】 轉至第 3b 圖，裝置 350 類似於裝置 300，惟一或多個錐形井展現在跳過第一固化製程且僅利用第二固化製程之情況下可發生之滑塌除外。如所展示，利用的溶膠凝膠材料之流動特性導致錐形井 342 之壁滑塌，使得壁 375 按距基底 302 之一未選定角度（如由角度標記 330 展示）延伸。在一些應用中，對維度敏感性結構之此缺乏控制可並非可接受的。

【0036】 轉至第 4 圖，以圖形方式描繪一實例光子固化製程 400。描繪之光子固化製程 400 可用以固化根據本發明之一或多個實施例的溶膠凝膠材料。曲線圖包括一模數軸 402 及一時間軸 401。儲存模數曲線 410 展示為實線，且損失模數曲線 420 展示為虛線。在 $t = x$ 前不久（取決於特定材料，在 $t = x$ 前約一（1）至三（3）秒）之時間 460，由儲存模數曲線 410 及損失模數曲線 420 表示之溶膠凝膠材料曝露於光子輻射。曝露於光子輻射使溶膠凝膠材料開始硬化製程。如所展示，在光子固化製程期間，儲存模數曲線 410 比損失模數曲線 420 上升得快，從而導致在時間 $t = x$ 之跨接點 450。在對應於跨接點 450 之時間（亦即， $t = x$ ）前，溶膠凝膠材料為液體，且在對應於跨接點 450 之時間（亦即， $t = x$ ）後，溶膠凝膠材料變為固體。

【0037】 轉至第 5 圖，以圖形方式描繪一實例熱固化製程 500。描繪之熱固化製程 500 可用以固化根據本發明之一或多個實施例的溶膠凝膠材料。曲線圖包括一重量及溫度軸 502 及一時間軸 501。溫度曲線 510 展示為表示溶膠凝膠材料之重量的實線，且重量曲線 520 展示為表示溶膠凝膠材料之重量的虛線。隨著溫度曲線 510 增大且經維持，重量曲線 520 隨著溶膠凝膠材料之凝結過程繼續而降低。在某一點（例如，時間 $t = x$ ）凝結過程變慢且溶膠凝膠材料經考慮為充分固化。

【0038】 轉至第 6 圖，流程圖 600 描繪用於使用第一

固化製程部分使一溶膠凝膠材料固化跟著為使用第二固化製程的該溶膠凝膠材料之固化的根據本發明之一些實施例之方法。在流程圖 600 後，溶膠凝膠材料按一選定厚度形成於一基底上，且具有定義之尺寸的一或多個結構以產生一未固化之溶膠凝膠結構層（區塊 605）。該溶膠凝膠材料可為易經受兩個不同固化製程的許多溶膠凝膠材料中之任何者。可用於此之光子固化化學品包括環氧樹脂、丙烯酸脂、硫醇-烯及與溶膠凝膠之凝結固化條件相容之其他者。此處論述之各種實施例依賴於酸催化之水解及凝結溶膠凝膠。選擇酸催化，此係因為其生成高密度、低孔隙率凝膠。在此酸催化之環境中，用基於環氧樹脂之材料係行得能的，因為酸環境殺死用於此等反應之鹼引發劑，但其並非不可能。在各種實施例中，該溶膠凝膠材料為具有含有按重量計百分之二十五（25）的硫醇-烯官能材料之組成之硫醇-烯交聯溶膠凝膠材料。此材料展現藉由微複製之大可圖案化性，可承受凝結及後固化溫度要求，具有不受氧抵制之固化，且貫穿整個製程保持清透。適合於兩個不同固化製程之一些實例溶膠凝膠材料在下文關於第 7 圖論述。在一個特定實施例中，兩個不同固化製程為光子固化製程及熱固化製程。雖然此實施例論述使用光子固化（亦即，輻射固化）以產生部分固化之溶膠凝膠層，接著為熱固化以產生固化之溶膠凝膠層，但應注意到，其他實施例可依賴於第一熱固化以產生部分固化之溶膠凝膠層，接著為第二熱固化以產生固化之溶膠凝膠層，或依

賴於第一光子固化以產生部分固化之溶膠凝膠層，接著為第二光子固化以產生固化之溶膠凝膠層。

【0039】 膠凝膠材料可填充有額外組分或添加劑，其可包括（但不限於）粒子（例如，矽石粒子）、薄片、奈米粒子（例如，奈米棒及/或奈米球）、網狀物、線材。此等添加劑之組成可包括（但不限於）玻璃、陶瓷、玻璃-陶瓷、金屬及有機物。前述額外組分或添加劑可經選擇以達成各種結果，包括（但不限於）調整：溶膠凝膠材料之熱膨脹係數（*coefficient of thermal expansion*；CTE）、收縮率、光學指數、光學透射率及散射、色彩及光學吸收率、摩擦係數、黏著力、表面能、模數、硬度、密封性、可撓性、表面粗糙度及/或拉平、斷裂韌度、裂紋趨勢及/或維度穩定性。在特定情況中，可將溶膠凝膠材料著色以減小透射率。溶膠凝膠材料可在自小於一（1）微米延長至大於一（1）毫米之厚度範圍中固化，且可具有可調諧黏度及穩定的保存期，其中黏度自五十（50）厘泊（cPs）至大於一萬（10,000）cPs。

【0040】 在一些情況中，溶膠凝膠材料展現大於攝氏兩百（200）度之熱能力。在其他情況中，溶膠凝膠材料展現大於攝氏三百（300）度之熱能力。在又其他情況中，溶膠凝膠材料展現大於攝氏四百（400）度之熱能力。在一些情況中，溶膠凝膠材料被設計成展現在 350 奈米至 800 奈米波長範圍中大於百分之八十五（85）之光學透射率。在其他情況中，溶膠凝膠材料 122 被設計成展現

在 400 奈米至 800 奈米波長範圍中大於百分之九十(90)之光學透射率。

【0041】 在溶膠凝膠材料中形成一或多個結構圖案可使用多種製程來實現。在一個特定實施例中，結構圖案係藉由微複製來形成，微複製包括：將溶膠凝膠之層旋塗至一玻璃基底上至一所要的厚度（例如，十（10）微米），且用聚二甲基矽氧烷（Polydimethylsiloxane; PDMS）模具壓印。作為許多其他實例中之僅一些，可使用以下製程中之一或多者將溶膠凝膠材料圖案化：絲網印刷、柔性印刷、微複製、凹版印刷、噴墨印刷、膠版印刷或衝壓。

【0042】 將未固化之溶膠凝膠結構層曝露於第一固化製程以產生部分固化之溶膠凝膠結構層（區塊 610）。第一固化製程可為光子固化，其中將未固化之溶膠凝膠結構層曝露於光子輻射，此導致溶膠凝膠材料自液體至固體之轉變。光子固化導致藉由使溶膠凝膠材料硬化且因此減小滑塌或歸因於液體溶膠凝膠材料之流動特性的其他維度改變之可能性來固定結構。在一個特定實施例中，第一固化製程包括將溶膠凝膠結構層曝露於來自在兩百（200）奈米至七百（700）奈米之範圍中的汞源或 LED 之光。在一個特定實施例中，第一固化製程包括將溶膠凝膠結構層曝露於三百九十五（395）奈米，與另一實施例相比，此提供相對慢之固化，在該另一實施例中，將溶膠凝膠結構層曝露於較低波長光源（例如，三百六十五（365）奈

米、三百七十五(375)奈米或三百八十五(385)奈米)。此慢固化導致部分固化之溶膠凝膠結構層之可撓性及黏性之增大。在另一特定實施例中，第一固化製程包括將溶膠凝膠結構層曝露於提供相對快固化之相對低波長光。在(例如)具有高線速度之捲軸式處理系統中，此快固化可為合乎需要的。在任何情況中，第一固化導致溶膠凝膠材料轉變至固相(亦即，儲存模組超過損失模組，如以上關於第4圖所論述)。另外，在一些情況中，第一固化導致溶膠凝膠材料轉變至在 25°C 且 1 Hz 下具有低於 0.33 MPa 之剪切儲存模數的部分固化之溶膠凝膠結構層。

【0043】 應用一或多個插入製程(區塊615)。此等插入製程可包括(但不限於)儲存、與基底分開、至裝置表面之塗覆或類似者。基於本文中提供之揭示內容，一般熟習此項技術者將認識到可在第一固化製程後且在後續第二固化製程前執行之多種製程。

【0044】 將部分固化之溶膠凝膠結構層曝露於第二固化製程以產生固化之溶膠凝膠結構層(區塊620)。此第二固化製程導致已失去黏性的固化之溶膠凝膠結構化層，因為其在 25°C 且 1 Hz 下已超過 0.33 MPa 之剪切儲存模數。第二固化製程可為熱固化，其中將部分固化之溶膠凝膠結構層曝露於導致溶膠凝膠材料之進一步硬化的使溶膠凝膠材料凝結之加熱製程。此熱固化製程可在相對高溫下在短的週期內或在相對低溫下在較長週期內進行。在一個特定實施例中，第二固化製程涉及將部分固化

之溶膠凝膠結構層曝露於攝氏兩百三十（230）度之溫度達一小時。此熱固化使溶膠凝膠材料凝結，從而引起重量損失，如以上關於第5圖所論述。

【0045】 在第二固化完成後，可執行一或多個後續製程（區塊625）。此後續製程可包括（但不限於）使用流體總成將實體元件沈積至形成於固化之溶膠凝膠結構層中之結構內，或其他變化之製造製程。基於本文中提供之揭示內容，一般熟習此項技術者將認識到可在第二固化製程完成後執行之多種製程。

【0046】 轉至第7圖，流程圖700展示用於製造易經受用以形成維度敏感性結構之第一及第二固化製程之溶膠凝膠材料的根據本發明之各種實施例之方法。遵循流程圖700，將含硫醇之溶膠凝膠與含乙烯基之溶膠凝膠組合以產生溶膠凝膠基底（區塊705）。可使用多種不同材料製作前述溶膠凝膠基底材料，如在以下表1中所闡述。

溶膠凝膠材料	縮寫
二苯基矽烷二醇	DPSD
三乙氧基甲基矽烷	TEMS
三乙氧基苯基矽烷	TEPS
正矽酸乙酯	TEOS
羥基封端之聚(二甲基矽氧烷)	HPDMS
水	水
甲基三乙醯氧基矽烷（或摻合有三甲氧基乙基矽烷）	TAMS
巯丙基三甲氧基矽烷	MPTMS
三甲氧基乙烯基矽烷	VTMS
二苯甲酮	

2,2-二甲氧基-2-苯基乙醯苯	DMPA
連苯三酚	
乙烯膦酸	VPA

表 1

【0047】自前述材料製造的各種溶膠凝膠材料（Thiol1、Thiol2、Vinyl1、Vinyl2）之實例調配闡述於以下表2中。基於本文中提供之揭示內容，一般熟習此項技術者將認識到可關於本發明之不同實施例使用的其他含有溶膠凝膠材料之硫醇及含有溶膠凝膠材料之乙烯基。

	Thiol1	Vinyl1	Thiol2	Vinyl2
DPSD	8.97g	8.97g	8.97	8.97
TEMS	20	20	10	10
TEPS	10	10	-	-
TEOS	2.8	2.8	1.4	1.4
HPDMS	2.8	2.8	1.4	1.4
水	5.3	5.3	2	2
TAMS	3.5	3.5	0.5	0.5
MPTMS	2.5	-	5	-
VTMS	-	2.5	-	5

表 2

【0048】含硫醇之溶膠凝膠（例如，Thiol1或Thiol2）與含乙烯基之溶膠凝膠（例如，Vinyl1或Vinyl2）皆可以相同方式製備。各別組分材料經稱重（在DPSD之情況下），或體積量測（對於所有TEMS、TEPS、TEOS、HPDMS、水、TAMS、MPTMS及VTMS），且經添加至圓底燒瓶（round bottom flask；RBF）。為了體積量測之目的，例如，可使用具有一次性尖端之吸液管。攪拌棒可添加至燒瓶，且RBF經置放於預加熱至攝氏一

百（100）度之油浴中，且用（例如）磁性攪拌器攪拌溶液。使 R B F 之頂部允許在反應期間產生之任何甲醇、乙醇、水或乙酸之蒸發。允許該反應繼續達兩個半（2 1/2）小時至四（4）小時之間。當材料在 R B F 之頂部不再凝結且沿著內側壁流淌或已獲得所要的黏度時，將該反應視為完成。接著可用具有一次性尖端之吸液管自小瓶移除材料，且將材料儲存於 N a l g e n e™ 中。在各種實施例中，組合含硫醇之溶膠凝膠與含乙烯基之溶膠凝膠以產生溶膠凝膠基底包括組合 Thiol1 或 Thiol2 中之一者與 Vinyl1 或 Vinyl2 中之一者以產生溶膠凝膠基底。

【0049】 判定是否已達成所要的黏度（區塊 710）。在尚未達成所要的黏度（區塊 710）之情況下，可藉由允許含硫醇之溶膠凝膠與含乙烯基之溶膠凝膠混合（例如，藉由在輥上滾動）直至黏度堆積至所要的等級來增大溶膠凝膠基底之黏度（區塊 715）。替代地或此外，在尚未達成所要的黏度（區塊 710）之情況下，溶膠凝膠基底之黏度可用或不用陽離子引發劑或其他引發劑（例如，自由基引發劑）熱反應以增大黏度，直至達成所要的黏度。

【0050】 當達到硫醇-烯溶膠凝膠基底之所要的黏度時，添加穩定劑以產生可如上關於第 2 圖至第 3 圖及第 6 圖論述而使用之溶膠凝膠材料（區塊 715）。在一個特定實施例中，穩定劑為量在十（10）mM 與三十（30）mM（基於溶膠凝膠之硫醇含量）之間的連苯三酚。若需要，可將 D M P A 及 V P A 添加至該溶膠凝膠材料。D M P A 為

可結合或代替另一引發劑使用之引發劑。V P A 為穩定劑。

【0051】總之，本發明提供用於在一基板上形成結構之新穎系統、裝置、方法及配置。雖然以上已給出本發明之一或多個實施例之詳細描述，但在不與本發明之精神有變化之情況下，各種替代、修改及等效內容將對熟習此項技術者顯而易見。因此，以上描述不應被看作限制本發明之範疇，該範疇由隨附申請專利範圍定義。

【符號說明】

【0052】

- 100 流體總成系統
- 110 懸浮液
- 115 載液
- 120 a、120 b 壩結構之側
- 130 a ~ 130 g 實體物件
- 140 基板
- 142 a ~ 142 f 井
- 150 沈積裝置
- 160 懸浮液移動裝置
- 170 捕獲裝置
- 190 結構對準層
- 199 俯視圖
- 200 裝置
- 202 基底

- 2 1 0 基於溶膠凝膠之結構層
- 2 2 5 壁
- 2 3 0 角度標記
- 2 3 2 厚度
- 2 4 2 豎直井
- 2 5 0 裝置
- 2 7 5 壁
- 2 8 0 角度標記
- 3 0 0 裝置
- 3 0 2 基底
- 3 1 0 基於溶膠凝膠之結構層
- 3 2 5 壁
- 3 3 0 角度標記
- 3 3 2 厚度
- 3 4 2 錐形井
- 3 5 0 裝置
- 3 7 5 壁
- 4 0 0 光子固化製程
- 4 0 1 時間軸
- 4 0 2 模數軸
- 4 1 0 儲存模數曲線
- 4 2 0 損失模數曲線
- 4 5 0 跨接點
- 4 6 0 時間

5 0 0 熱 固 化 製 程

5 0 1 時 間 軸

5 0 2 重 量 及 溫 度 軸

5 1 0 溫 度 曲 線

5 2 0 重 量 曲 線

6 0 0 、 7 0 0 流 程 圖

【生物材料寄存】

【 0 0 5 3 】 國內寄存資訊 (請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

【 0 0 5 4 】 國外寄存資訊 (請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註

記)

無



201933433

【發明摘要】

【中文發明名稱】用於形成維度敏感性結構之系統及方法

【英文發明名稱】 SYSTEMS AND METHODS FOR FORMING
DIMENSIONALLY SENSITIVE STRUCTURES

【中文】

實施例係關於形成結構，且更特定言之，係關於用於使用一兩步基於溶膠凝膠之製程形成結構之系統及方法。

【英文】

Embodiments are related to forming structures, and more particularly to systems and methods for forming structures using a two step sol-gel based process.

【指定代表圖】第（2a）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

2 0 0 裝置

2 0 2 基底

2 1 0 基於溶膠凝膠之結構層

2 2 5 壁

2 3 0 角度標記

2 3 2 厚度

2 4 2 豎直井

【特徵化學式】

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種用於製造一基於溶膠凝膠之結構層之方法，該方法包括以下步驟：

自一溶膠凝膠材料形成經圖案化之溶膠凝膠材料層，其中該經圖案化之溶膠凝膠材料層包括一或多個特徵：

將一第一固化應用於該經圖案化之溶膠凝膠材料層以產生一部分固化之溶膠凝膠材料層，其中該經圖案化之溶膠凝膠材料層之該溶膠凝膠材料經硬化使得減小該一或多個特徵之一溶解損失之一可能性；及

將一第二固化應用於該部分固化之溶膠凝膠材料層以進一步硬化該部分固化之溶膠凝膠材料層之該溶膠凝膠材料。

【第2項】 如請求項 1 所述之方法，其中該部分固化之溶膠凝膠材料層展現黏性。

【第3項】 如請求項 1 所述之方法，其中該部分固化之溶膠凝膠材料層展現在攝氏 25 度且 1 赫茲下低於 0.33 兆帕之一模數。

【第4項】 如請求項 3 所述之方法，其中該固化之溶膠凝膠材料層展現在攝氏 25 度且 1 赫茲下高於 0.33 兆帕之一模數。

【第5項】 如請求項 1 所述之方法，其中該部分固化之

溶膠凝膠材料層為可撓性的。

【第6項】 如請求項 1 所述之方法，其中該第一固化為一光子固化。

【第7項】 如請求項 6 所述之方法，其中該光子固化包括將該經圖案化之溶膠凝膠材料層曝露於在兩百與七百奈米之間的一波長之光。

【第8項】 如請求項 1 所述之方法，其中該第二固化為一熱固化。

【第9項】 如請求項 8 所述之方法，其中該熱固化包括在一定義之時間內將該部分固化之溶膠凝膠材料層加熱至一定義之溫度。

【第10項】 一種溶膠凝膠材料，其中該溶膠凝膠材料為：

使用一第一固化製程在該溶膠凝膠材料具有黏性之一第一硬度下自一液體轉變至一固體；及

使用一第二固化製程在該溶膠凝膠材料不具有黏性之一第二硬度下轉變至一固體。

【第11項】 如請求項 10 所述之溶膠凝膠材料，其中該第一固化製程為一光子固化製程。

【第12項】 如請求項 11 所述之溶膠凝膠材料，其中該光子固化製程包括將該溶膠凝膠材料層曝露於在兩百與七百奈米之間的一波長之光。

【第13項】 如請求項10所述之溶膠凝膠材料，其中該第二固化製程為一熱固化製程。

【第14項】 如請求項13所述之溶膠凝膠材料，其中該熱固化製程包括在一定義之時間內將該部分固化之溶膠凝膠材料層加熱至一定義之溫度。

【第15項】 如請求項10所述之溶膠凝膠材料，其中該溶膠凝膠材料為含有在按重量計百分之十與百分之四十之間的硫醇-烯官能材料之一硫醇-烯交聯溶膠凝膠材料。

【第16項】 如請求項10所述之溶膠凝膠材料，其中該溶膠凝膠材料含有一含硫醇之溶膠凝膠及一含乙烯基之溶膠凝膠。

【第17項】 如請求項16所述之溶膠凝膠材料，其中該溶膠凝膠材料進一步含有一自由基引發劑。

【第18項】 如請求項16所述之溶膠凝膠材料，其中該溶膠凝膠材料進一步含有一穩定劑。

【第19項】 一種用於製造一雙重固化溶膠凝膠材料之方法，該方法包括以下步驟：

藉由組合一含硫醇溶膠凝膠、一含乙烯基溶膠凝膠與一穩定劑來形成一液體溶膠凝膠材料；及

其中該液體溶膠凝膠材料可使用以下各者固化：

一第一固化製程，以產生呈固體形式且展現黏性

之一部分固化之溶膠凝膠；及

一第二固化製程，以產生呈固體形式且不展現黏性之一固化之溶膠凝膠。

【第20項】 如請求項19所述之方法，其中該第一固化製程為一光子固化製程，且該第二固化製程為一熱固化製程。

