



(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 I508317 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 11 月 11 日

(21)申請案號：101138810

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 10 月 30 日

(51)Int. Cl.：

*H01L31/048 (2014.01)**H01L31/18 (2006.01)**B32B17/10 (2006.01)**B32B7/12 (2006.01)**B32B5/24 (2006.01)*

(30)優先權：2008/10/31

美國

61/110,429

2009/10/29

世界智慧財產權組織

PCT/US2009/062513

(71)申請人：道康寧公司(美國) DOW CORNING CORPORATION (US)

美國

(72)發明人：何威爾 馬林達 HOWELL, MALINDA (US)；朱恩 東尼 JUEN, DONNIE (US)；

基多拉 貝瑞 KETOLA, BARRY (US)；托馬利亞 瑪莉 凱 TOMALIA, MARY

KAY (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

EP 1267419A2

US 2006/0166023A1

US 2008/0017241A1

審查人員：黃鼎翰

申請專利範圍項數：12 項 圖式數：11 共 94 頁

(54)名稱

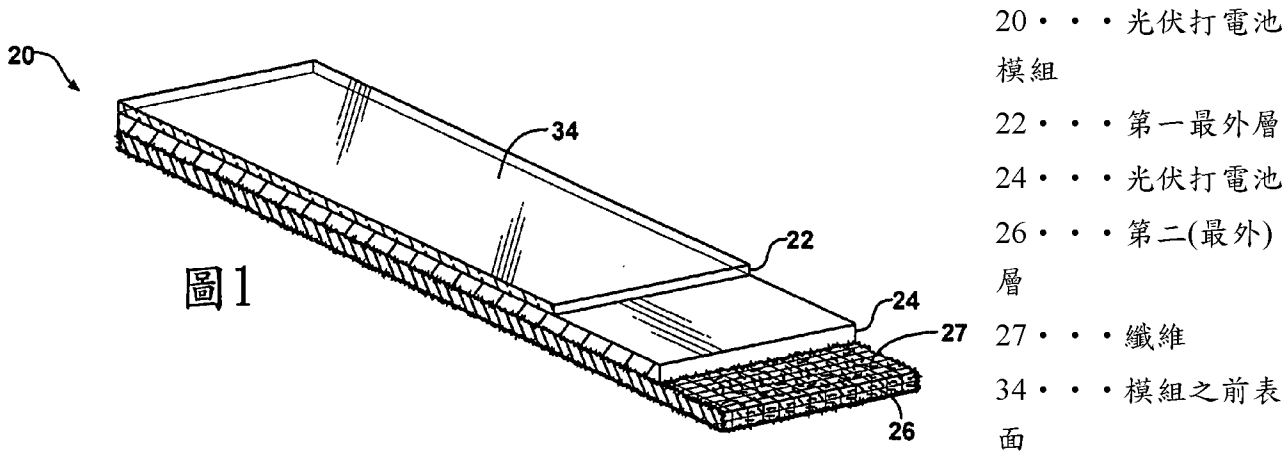
光伏打電池模組及形成方法

PHOTOVOLTAIC CELL MODULE AND METHOD OF FORMING

(57)摘要

本發明提供一種光伏打電池模組、包括至少兩個模組的光伏打陣列及形成該模組的方法。該模組包括：一第一最外層，及一安置於該第一最外層上的光伏打電池。該模組亦包括一第二最外層，其安置於該光伏打電池上且將該光伏打電池夾於該第二最外層與該第一最外層之間。形成該模組之該方法包括以下步驟：將該光伏打電池置於該第一最外層上，將一聚矽氧組合物置於該光伏打電池上，及壓縮該第一最外層、該光伏打電池及該第二層以形成該光伏打電池模組。

A photovoltaic cell module, a photovoltaic array including at least two modules, and a method of forming the module are provided. The module includes a first outermost layer and a photovoltaic cell disposed on the first outermost layer. The module also includes a second outermost layer disposed on the photovoltaic cell and sandwiching the photovoltaic cell between the second outermost layer and the first outermost layer. The method of forming the module includes the steps of disposing the photovoltaic cell on the first outermost layer, disposing a silicone composition on the photovoltaic cell, and compressing the first outermost layer, the photovoltaic cell, and the second layer to form the photovoltaic cell module.





發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：101138810

※ 申請日：98.10.30

原申請案號：098137024

※IPC 分類：H01L31/048 (2006.01)

31/18 (2006.01)

B32B17/10 (2006.01)

7/12 (2006.01)

5/24 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

光伏打電池模組及形成方法

PHOTOVOLTAIC CELL MODULE AND METHOD OF FORMING

二、中文發明摘要：

本發明提供一種光伏打電池模組、包括至少兩個模組的光伏打陣列及形成該模組的方法。該模組包括：一第一最外層，及一安置於該第一最外層上的光伏打電池。該模組亦包括一第二最外層，其安置於該光伏打電池上且將該光伏打電池夾於該第二最外層與該第一最外層之間。形成該模組之該方法包括以下步驟：將該光伏打電池置於該第一最外層上，將一聚矽氧組合物置於該光伏打電池上，及壓縮該第一最外層、該光伏打電池及該第二層以形成該光伏打電池模組。

三、英文發明摘要：

A photovoltaic cell module, a photovoltaic array including at least two modules, and a method of forming the module are provided. The module includes a first outermost layer and a photovoltaic cell disposed on the first outermost layer. The module also includes a second outermost layer disposed on the photovoltaic cell and sandwiching the photovoltaic cell between the second outermost layer and the first outermost layer. The method of forming the module includes the steps of disposing the photovoltaic cell on the first outermost layer, disposing a silicone composition on the photovoltaic cell, and compressing the first outermost layer, the photovoltaic cell, and the second layer to form the photovoltaic cell module.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

20	光伏打電池模組
22	第一最外層
24	光伏打電池
26	第二(最外)層
27	纖維
34	模組之前表面

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明大體而言係關於一種光伏打電池模組及光伏打陣列。更具體而言，本發明係關於一種光伏打電池模組，其包括一第一最外層、一光伏打電池及一第二最外層，該第二最外層具有特定性質且安置於該光伏打電池上，從而將該光伏打電池夾於該第二最外層與該第一最外層之間。本發明亦係關於一種形成一光伏打電池模組的方法。

[政府資助]

本發明係基於美國能源部所授予主合約號：DE-AC36-98GO10337之NREL轉包合約第ZAX-5-33628-02號而完成。就本發明而言，美國政府享有一定的權利。

【先前技術】

太陽能電池或光伏打電池為用以將光轉化為電的半導體裝置。存在兩種普通類型的光伏打電池：晶圓與薄膜。晶圓為半導體材料之薄片，其通常藉由自單晶或多晶鑄錠以機械方式鋸下晶圓而形成。或者，晶圓可由澆鑄形成。薄膜光伏打電池通常包括使用濺鍍或化學氣相沈積處理技術沈積於基板上的半導體材料之連續層。

通常，光伏打電池包括於光伏打電池模組中，該等光伏打電池模組亦包括黏接層、基板、頂置板，及/或提供強度及穩定性的額外材料。一些模組包括使用厚黏接層黏合至玻璃頂置板的玻璃基板。此等類型之模組通常使用緩慢且低效的過程來製造，此係歸因於控制黏接層之分散及最

小化黏接層自基板及頂置板之洩漏以減小浪費的需要。其他類型之模組使用大量黏接層來形成，該等黏接層自基板與頂置板之間擠出且被丟棄。在兩種類型之模組中，因為黏接層可以不一致的樣式越過基板及頂置板而流動，所以難以控制黏接層的厚度。另外，形成兩種類型之模組之方法導致增加之費用、增加之處理時間及增加之處理複雜性。此等問題對於最終購買者皆導致增加之成本。因此，仍存在開發一種改良之光伏打電池模組、光伏打模組陣列及形成該等模組之方法的可能。

【發明內容】

本發明提供一種光伏打電池模組及形成該模組的方法。該光伏打電池模組包括一第一最外層，其具有當使用 ASTM E424-71 藉由 UV/Vis 分光光度測定法測定之至少 70% 的透光率。一光伏打電池安置於該第一最外層上。該模組亦包括一與該第一最外層相對的第二最外層。該第二最外層包括一聚矽氧組合物。該第二最外層安置於該光伏打電池上，且將該光伏打電池夾於該第二最外層與該第一最外層之間。

一光伏打電池模組藉由本發明之一方法形成。在一實施例中，該方法包括以下步驟：將該光伏打電池安置於該第一最外層上；將一聚矽氧組合物安置於該光伏打電池上；由該聚矽氧組合物至少部分塗布複數個纖維，以形成一第二層；及壓縮該第一最外層、該光伏打電池及該第二層以形成該模組。關於此實施例，該複數個纖維越過該第二層

橫向延伸至在該模組之兩個末端上的該模組之一周邊。因而，該複數個纖維能夠在該壓縮步驟期間阻止該聚矽氧組合物自該模組的洩漏。

第二(最外)層允許該光伏打電池緊固於該模組內，而同時使必須使用之該聚矽氧組合物的一量最小化。若利用該複數個纖維，則該第二(最外)層之該複數個纖維控制該聚矽氧組合物之分散及該模組之一所得厚度，且亦諸如在該壓縮步驟期間使該聚矽氧組合物在該模組之外部的損耗或洩漏最小化。該複數個纖維結合該聚矽氧組合物亦向該模組提供結構強度，降低該模組之可燃性，且增加該光伏打電池與該第一最外層之間的黏附強度。該複數個纖維及該聚矽氧組合物亦允許模組為剛性的、半剛性的或可撓的，同時保持電效率及結構完整性。再者，該複數個纖維因為以下各項而允許該模組之節省成本且可重複的生產：該聚矽氧組合物之可控擴散、所使用之聚矽氧組合物之該量的最小化、最小化之浪費，及該模組之厚度及大小的增加之一致性。該複數個纖維及該聚矽氧組合物允亦許形成一無一支撐層的模組，藉此減少形成該模組所需要的成本、生產複雜性及時間。

【實施方式】

將易於瞭解本發明之其他優點，本發明的其他優點在結合隨附圖式考慮時參看下文詳細描述而變得更好理解。

本發明提供大體上展示於圖1至圖4、圖6A/B及圖7至圖11中的光伏打電池模組20(下文中稱為「模組」)及形成模

組20的方法。如在此項技術中已知，模組20歸因於光光伏打效應而將光能轉化為電能。更具體而言，模組20執行兩個主要功能。第一功能為在吸收光材料中光生成諸如電子及電洞之電荷載流子。第二功能為將電荷載流子導向至導電接點以傳輸電。

本發明之模組20可用於任一產業中，該產業包括(但不限於)汽車、小型電子器件、遠端區域功率系統、衛星、太空探測器、無線電話、水泵、並網(grid-tied)電力系統、電池、電池充電器、光電化學應用、聚合物太陽能電池應用、奈米晶體太陽能電池應用及染料敏化之太陽能電池應用。在一實施例中，如圖6A中所闡述，一系列模組20經電連接且形成光伏打陣列32。光伏打陣列32通常用於屋頂上、連接至備用電池之郊區，及DC泵、信號浮標及其類似者中。本發明之光伏打陣列32可為平坦或非平坦的且通常充當單一電產生單元，其中模組20以諸如產生電壓之方式互連。

模組20包括一第一最外層22，其具有當在使用ASTM E424-71的情況下使用UV/Vis分光光度測定法測定的至少70%之透光率。在一實施例中，第一最外層22具有至少80%的透光率。在替代實施例中，第一最外層22具有至少90%的透光率。在又一施例中，第一最外層22具有大約100%的透光率。

通常，如圖1至圖4、圖6A及圖8至圖11中所展示，第一最外層22對模組20之前表面34提供保護。類似地，第一最

外層 22 可對模組 20 之背表面提供保護。第一最外層 22 可為軟性且可撓的，或可為剛性且硬的。或者，第一最外層 22 可包括剛性且硬之區段，而同時包括軟性且可撓的區段。在一實施例中，第一最外層 22 包括玻璃。在另一實施例中，第一最外層 22 包括有機聚合物。該有機聚合物可選自(但不限於)由聚醯亞胺、乙烯乙酸乙烯酯共聚物及/或有機含氟聚合物組成的群，該等有機含氟聚合物包括(但不限於)乙烯-四氟乙烯共聚物(ETFE)、單獨或至少部分由基於矽與氧之材料(SiO_x)塗布的聚對苯二甲酸乙二酯(PET)及其組合。第一最外層 22 可或者包括聚矽氧，可基本上由聚矽氧組成且不包括有機單體或聚合物，或可由聚矽氧組成。當然，應理解，第一最外層 22 並不限於前述化合物且可包括在此項技術中已知之任何化合物或組合物，只要在使用 ASTM E424-71 的情況下，第一最外層 22 具有一至少 70% 的透光率。

第一最外層 22 可為承重或非承重的，且可包括於模組 20 的任一部分中。第一最外層 22 可為模組 20 的「頂層」(亦稱為頂置板)或「底層」(亦稱為基板)。底層通常定位於光伏電池 24 後方且充當機械支撐。關於本發明之方法，模組 20 可包括一作為頂層之第一最外層 22 及一作為模組 20 之底層的額外層(如頂置板)，該額外層在使用 ASTM E424-71 的情況下亦具有至少 70% 的透光率。額外層可相同於或不同於第一最外層 22。通常，第一最外層 22 定位於模組 20 之頂部且光源的前方。第一最外層 22 及額外層兩者可用以保

護模組20不受諸如雨、雪及熱之環境條件影響。在一實施例中，第一最外層22具有均為125 mm的長度及寬度。在另一實施例中，第一最外層22具有均為156 mm的長度及寬度。當然，應理解，第一最外層22及本發明並不限於此等尺寸。

除第一最外層22外，模組20亦包括一光伏打電池24。該光伏打電池24安置於第一最外層22上。在一實施例中，如圖1、圖2、圖6A/圖6B、圖8及圖9中所展示，光伏打電池24直接安置於第一最外層22上，亦即，與第一最外層22直接接觸。在另一實施例中，如圖3及圖4及圖10及圖11中所展示，光伏打電池24與第一最外層22隔開。光伏打電池24可經由化學氣相沈積及/或物理濺鍍安置於第一最外層22上，且與第一最外層22直接接觸(亦即，直接塗覆至第一最外層22)。或者，光伏打電池24可與第一最外層22及/或模組20分開形成，且稍後安置於第一最外層22上。在一實施例中，如下文更詳細描述且如圖3及圖10中所展示，將光伏打電池24夾於第二(最外)層26與一黏接層30之間。應瞭解，術語「第二(最外)」可應用於第二最外層及第二層兩者。

光伏打電池24通常具有一50至250微米、更通常地100至225微米且最通常地175至225微米的厚度。在一實施例中，光伏打電池24具有均為125 mm的長度及寬度。在另一實施例中，光伏打電池24具有均為156 mm的長度及寬度。當然，應理解，光伏打電池24及本發明並不限於此等尺

寸。

光伏打電池24可包括大面積、單晶體、單一層之p-n接面二極體。此等光伏打電池24通常使用矽晶圓之擴散過程來製造。或者，光伏打電池24可包括在晶格匹配晶圓上的(矽)半導體之薄磊晶沈積。在此實施例中，光伏打電池24可分類為太空光伏打電池或陸地光伏打電池，且通常具有自7%至40%的AM0效率。另外，光伏打電池24可包括諸如量子點、量子線及其類似者的量子井裝置，且亦包括碳奈米管。在不意欲受任何特定理論限制的情況下，咸信此等類型光伏打電池24可具有高達45%之AM0生產效率。再者，光伏打電池24可包括聚合物與奈米粒子之混合物，該等混合物形成一單一多光譜層，該單一多光譜層可經堆疊以使多光譜太陽能電池更有效率且成本較低。

光伏打電池24可包括呈鑄錠、帶狀物、薄膜及/或晶圓形式的非晶矽、單晶矽、多晶矽、微晶矽、奈米晶二氧化矽、碲化鎘、銅銦/鎘碲化物/硫化物、砷化鎘、聚伸苯基伸乙烯、銅酞菁、碳福樂烯及其組合。光伏打電池24亦可包括吸收光之染料，諸如鈦有機金屬染料。最通常地，光伏打電池24包括單晶及多晶矽。

光伏打電池24具有第一側面及第二側面。通常，第一側面與第二側面相對。然而，第一側面與第二側面可彼此鄰近。第一電導線通常安置於第一側面上，而第二電導線通常安置於第二側面上。第一電導線及第二電導線中之一者通常充當陽極，而另一者通常充當陰極。第一電導線與第

二電導線可為相同的或可為不同的，且可包括金屬、導電聚合物及其組合。在一實施例中，第一電導線及第二電導線包括塗布有錫銀焊料之銅。在另一實施例中，第一電導線及第二電導線包括塗布有錫鉛焊料的銅。

第一電導線及第二電導線可安置於光伏打電池24之第一側面及第二側面的任一部分上。第一電導線及第二電導線可具有任何大小及形狀且通常經定形為矩形，且在長度及/或寬度上具有大約0.005至0.080吋的尺寸。如圖6A中所示，在光伏打陣列32中，第一電導線及第二電導線通常將模組20連接至額外模組20。可串聯或並聯連接模組20。

模組20亦包括安置於光伏打電池24上的第二(最外)層26。更具體而言，如圖1、圖3、圖6A/圖6B及圖8至圖11中所闡述，模組22包括第二(最外)層26。包括第二(最外)層26之模組22在不使用下文更詳細描述之任何支撐層28的情況下具有足夠強度及剛度。換言之，模組22可包括作為最底層之第二(最外)層26，且不包括與光伏打電池24及第一最外層22分開的任何額外層。

然而，關於本發明之方法，所形成之模組22可包括作為最外層或作為內部層的第二層26。關於本發明，第二(最外)層26可將第一最外層22黏合至光伏打電池24及/或至少部分囊封光伏打電池24。如圖1至圖4、圖6A/圖6B及圖8至圖11中所展示，第二(最外)層26可直接安置於光伏打電池24上(亦即，與光伏打電池24直接接觸)，或可與光伏打電池24隔開。在各種實施例中，第二(最外)層26進一步定義

為安置於光伏打電池24上的可控珠(controlled bead)。在各種實施例中，第二(最外)層26為液態聚矽氧組合物的可控珠。通常將可控珠塗覆為矩形形狀。然而，可控珠可形成為任何形狀。通常，可控珠係與第一最外層22之內部部分、光伏打電池24或與第一最外層22與光伏打電池24兩者接觸，藉此沿第一最外層22、光伏打電池24或第一最外層22與光伏打電池24兩者之周邊留下一空間，該空間並不包括第二(最外)層26。在一實施例中，此空間寬度大約為1/2吋。第二(最外)層26通常具有1至50密耳、更通常地4至40密耳甚至更通常地3至30密耳且又更通常地4至15密耳且最通常地4至10密耳的厚度。第二(最外)層26可為黏性或非黏性的，且可為凝膠、膠狀物、液體、膏、樹脂或固體。在一實施例中，第二(最外)層26大體上無陷入空氣(氣泡)。術語「大體上無」意謂：第二(最外)層26不具有可見氣泡。在本發明之方法中，第二(最外)層26由下文詳細描述之液態聚矽氧組合物形成，但可經固化或部分固化而為黏性或非黏性的及/或為凝膠、膠狀物、液體、膏、樹脂或固體。在一實施例中，當小於90%之適當(亦即，預期)反應性部分反應時，部分固化發生。在另一實施例中，當至少90%之適當(亦即，預期)反應性部分反應時，固化發生。第二(最外)層26可包括以下各項中之一或多者或無以下各項中之一或多者：聚對苯二甲酸乙二酯、聚萘二甲酸乙二酯、聚氟乙烯及乙烯乙酸乙烯酯。

在一實施例中，如圖中所示，第二(最外)層26包括複數

個纖維27。在另一實施例中，第二(最外)層26無如下文更詳細描述之該複數個纖維27。在圖6A/圖6B中，僅為了清晰而省略纖維27之細節。第二(最外)層26通常包括至少兩個個別纖維27，且可包括無限數目個個別纖維27。術語「纖維」包括可為天然或合成材料之連續長絲，及/或離散長度的該等材料。天然纖維包括(但不限於)藉由植物、動物及地質過程產生的纖維，諸如，植物纖維、木材纖維、動物纖維及天然礦物纖維。合成纖維包括(但不限於)：非天然礦物纖維，諸如玻璃纖維、金屬纖維、碳纖維、聚合物纖維，該等聚合物纖維諸如聚醯胺纖維、PET或PBT聚酯纖維、酚醛(PF)纖維、聚乙烯醇纖維(PVOH)纖維、聚氯乙烯纖維(PVC)纖維、聚烯烴纖維、丙烯酸纖維、聚丙烯腈纖維、芳族聚醯胺(芳族聚醯胺)纖維、彈性體纖維、聚胺基甲酸酯纖維、微纖維，及其組合。

在一實施例中，複數個纖維27具有高模數及高抗張強度。在另一實施例中，複數個纖維27具有25°C下至少3 GPa的楊氏模數。舉例而言，複數個纖維27可具有25°C下3至1,000 GPa或者3至200 GPa或者10至100 GPa的楊氏模數。此外，複數個纖維27可具有25°C下至少50 MPa的抗張強度。舉例而言，複數個纖維27可具有25°C下50至10,000 MPa或者50至1,000 MPa或者50至500 MPa的抗張強度。

個別纖維27形狀通常為圓柱形，且可具有1至100 μm 或者1至20 μm 或者1至10 μm 的直徑。複數個纖維27可在使用之前經熱處理以移除有機污染物。舉例而言，複數個纖維

27可以高溫(例如，575°C)在空氣中加熱歷時合適的時間段(例如，2小時)。

在一實施例中，複數個纖維27進一步定義為墊子或粗紗。在另一實施例中，複數個纖維27進一步定義為織物。該織物可為編織或非編織的，或可包括編織區段及非編織區段兩者。在一實施例中，織物為編織的，且選自由以下各物組成之群：玻璃纖維、聚酯、聚乙烯、聚丙烯、耐綸及其組合。在另一實施例中，織物為非編織的，且選自由以下各物組成之群：玻璃纖維、聚酯、聚乙烯、聚丙烯、耐綸及其組合。在又一實施例中，織物為非編織玻璃纖維，且可購自Dalton, MA之Crane Nonwovens。或者，織物可為可購自Crane Nonwovens的非編織聚酯。另外，織物可為非編織的且包括聚丙烯或聚對苯二甲酸乙二酯。當然，應理解，織物並不限於前述類型之編織織物及非編織織物，且可包括在此項技術中已知的任何編織織物或非編織織物。在一實施例中，第二(最外)層26包括一種以上織物，例如，兩種、三種或三種以上個別織物。

如在此項技術中已知，編織織物通常為藉由編織形成且在斜向拉伸的編織物。如亦在此項技術中已知，非編織織物既非編織亦非針織，且通常由以下操作來製造：將呈薄片或網形式之個別纖維27置放在一起，且接著將個別纖維27藉由黏附劑以機械方式黏合在一起或藉由將黏合劑熔融至織物上以熱方式黏合在一起。非編織織物可包括切段非編織織物及紡絲成網非編織織物。切段非編織織物通常藉

由以下方式紡纖維而製成：使纖維在均勻網中展開且接著藉由使用樹脂或加熱進行黏合。紡絲成網非編織織物通常藉由紡直接安置於網中之纖維來在一個連續過程中製成。紡絲成網過程可與熔噴過程組合以形成紡-熔融-紡(SMS)非編織織物。

非編織織物亦可包括膜及微細纖維且可使用鋸齒或真空成形來形成以形成經圖案化的孔洞。玻璃纖維非編織織物通常為包括以下兩項之兩種類型中的一者：具有以濕法短切所得之丹尼爾纖維的濕法墊子(wet laid mat)，該纖維具有6至20微米的直徑；或具有不連續丹尼爾纖維之遇火變弱墊子(flame attenuated mat)，該纖維具有0.1至6微米之直徑。

如上文首先介紹，複數個纖維27至少部分由聚矽氧組合物進行塗布。在各種實施例中，複數個纖維27之總表面區域之至少50%、75%或95%由聚矽氧組合物進行塗布。在另一實施例中，複數個纖維27之總表面區域之大約100%由聚矽氧組合物進行塗布。圖5說明複數個纖維27之總表面區域之至少50%可由聚矽氧組合物進行塗布。

術語「經塗布」指代覆蓋複數個纖維27之表面區域的至少一部分。通常，聚矽氧組合物經由複數個纖維27(例如，織物)之部分(諸如，微孔)滲出。在一實施例中，如圖5中所闡述，複數個纖維27進一步定義為織物，且界定聚矽氧組合物可滲出所經過的空隙。在替代實施例中，複數個纖維27進一步定義為由聚矽氧組合物進行浸透。聚矽氧

組合物可浸透複數個纖維27中的一些或全部。亦即，在此實施例中，聚矽氧組合物塗布複數個纖維27之外部(表面區域)，且亦安置聚矽氧組合物使其貫穿由複數個纖維27界定之空隙中的一些或全部者。換言之，在此實施例中，聚矽氧組合物可經由一些空隙而非經由其他空隙而滲出。在又一實施例中，複數個纖維27由聚矽氧組合物滲透。在另一實施例中，複數個纖維27並不由聚矽氧組合物滲透。亦預料到，聚矽氧組合物可整體或部分地囊封複數個纖維27。聚矽氧組合物亦可整體或部分地囊封光伏打電池24。複數個纖維27之表面區域可使用在此項技術中已知之任何方法經部分塗布，該方法包括(但不限於)噴霧、浸漬、輥塗、刷塗及其組合。在一實施例中，將複數個纖維27置放至聚矽氧組合物中。聚矽氧組合物通常以1至50密耳、更通常地3至30密耳且最通常地4至15密耳的厚度塗布複數個纖維27之總表面區域的至少一部分。當然，本發明並不限於此等厚度。

返回參看，聚矽氧組合物可為此項技術中已知的任一聚矽氧組合物，且可包括(但不限於)矽烷、矽氧烷、矽氮烷、伸矽烷基、矽烷基自由基或離子、元素矽、矽烯、矽烷醇、其聚合物，及其組合。此外，聚矽氧組合物可藉由此項技術中已知之任一機制來固化、部分固化或完全固化，該機制包括(但不限於)自由基反應、矽氫化反應、縮合或加成反應、熱固化、UV固化及其組合。通常，本發明之聚矽氧組合物進一步定義為矽氫化可固化的。因此，

下文集中於矽氫化固化聚矽氧之化學處理。然而，如上文所介紹，本發明並不限於矽氫化固化聚矽氧的化學處理。

在一實施例中，聚矽氧組合物包括：有機矽化合物、有機氫矽化合物及矽氫化催化劑。有機矽化合物通常具有每分子至少一不飽和部分，且可包括單一有機矽化合物、兩種有機矽化合物或複數種有機矽化合物。在各種實施例中，有機矽化合物具有每分子兩個、三個或多個不飽和部分。在一實施例中，有機矽化合物包括烯基矽氧烷，其中烯基自矽氧烷基團側掛。烯基可定位於矽氧烷基團中的任一間隔及/或位置處。亦即，烯基可為末端基、側掛基，或在有機矽化合物包括一個以上烯基的情況下，烯基可為末端基及側掛基兩者。在一實施例中，有機矽化合物以自身經烯基封端的矽氧烷封端。在另一實施例中，烯基矽氧烷為經烯基封端之矽氧烷，亦即，烯基可定位於矽氧烷基團的一或多個末端處。或者，烯基矽氧烷可為烯基側掛之矽氧烷。烯基側掛之矽氧烷通常包括至少一烯基，其自沿矽氧烷基團之任一位置(除矽氧烷基團之末端中之一者處之位置外)側掛。烯基封端或烯基側掛之矽氧烷可為線性、分支、環狀或其任一組合。烯基可包括直接自矽氧烷基團之至少一末端側掛或自沿矽氧烷基團之並非末端之位置側掛的碳鏈，且可具有具至少一C=C鍵之二至十二個碳原子。較佳地，C=C鍵定位於碳鏈的一末端處，諸如，乙烯基、5-己烯基、7-辛烯基等。此外，烯基並不限於一個C=C鍵，且可包括一個以上C=C鍵。另外，烯基封端之矽

氧烷可包括一個以上烯基。一個以上烯基可鍵結至矽氧烷內之同一原子，或另外可鍵結至矽氧烷中的不同原子。亦預料到，至少一不飽和部分可包括炔基，該等炔基在化學適當處可取代烯基。

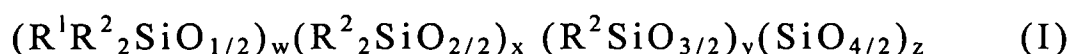
在各種實施例中，有機矽化合物具有與矽鍵結之烯基，且通常為包括 $R^2SiO_{3/2}$ 單元(亦即，T單元)及/或 $SiO_{4/2}$ 單元(亦即，Q單元)與 $R^1R^2SiO_{1/2}$ 單元(亦即，M單元)及/或 $R^2SiO_{2/2}$ 單元(亦即，D單元)的共聚物，其中 R^1 為 C_1 至 C_{10} 烴基或 C_1 至 C_{10} 經鹵素取代的烴基，兩者均無脂族不飽和性，且 R^2 為烯基。舉例而言，有機矽化合物可進一步定義為DT樹脂、MT樹脂、MDT樹脂、DTQ樹脂、MTQ樹脂、MDTQ樹脂、DQ樹脂、MQ樹脂、DTQ樹脂、MTQ樹脂或MDQ樹脂，只要其具有每分子至少一不飽和部分。

藉由 R^1 表示之 C_1 至 C_{10} 烴基及 C_1 至 C_{10} 經鹵素取代之烴基更通常地具有1至6個碳原子。含有至少3個碳原子的無環烴基及經鹵素取代之烴基可具有分支結構或無分支結構。由 R^1 表示之烴基的實例包括(但不限於)：烷基，諸如甲基、乙基、丙基、1-甲基乙基、丁基、1-甲基丙基、2-甲基丙基、1,1-二甲基乙基、戊基、1-甲基丁基、1-乙基丙基、2-甲基丁基、3-甲基丁基、1,2-二甲基丙基、2,2-二甲基丙基、己基、庚基、辛基、壬基及癸基；環烷基，諸如環戊基、環己基及甲基環己基；芳基，諸如苯基及萘基；烷芳基，諸如甲苯基及二甲苯基；及芳烷基，諸如苯甲基及苯乙基。由 R^1 表示之經鹵素取代之烴基的實例包括(但

不限於)3,3,3-三氟丙基、3-氟丙基、氟苯基、二氟苯基、2,2,2-三氟乙基、2,2,3,3-四氟丙基及2,2,3,3,4,4,5,5-八氟戊基。

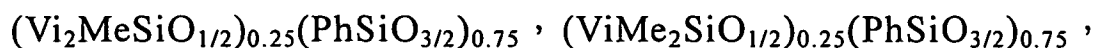
在有機矽化合物內之可相同或可不同的由 R^2 表示的烯基通常具有2至10個碳原子或者2至6個碳原子，且藉由(但不限於)以下各項來例示：乙烯基、烯丙基、甲基烯丙基、丁烯基、己烯基、辛烯基、癸烯基、環己烯基、苯乙烯基及其類似者。

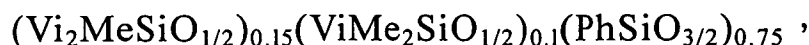
在一實施例中，有機矽化合物進一步定義為具有下式：



其中 R^1 及 R^2 係如上文所描述並例示，且 w 、 x 、 y 及 z 為莫耳分數。通常，藉由式(I)表示之有機矽化合物具有平均每分子至少兩個與矽鍵結之烯基。更具體而言，下標 w 通常具有0至0.9或者0.02至0.75或者0.05至0.3的值。下標 x 通常具有0至0.9或者0至0.45或者0至0.25的值。下標 y 通常具有0至0.99或者0.25至0.8或者0.5至0.8的值。下標 z 通常具有0至0.85或者0至0.25或者0至0.15的值。又，比 $y+z/(w+x+y+z)$ 通常為0.1至0.99或者0.5至0.95或者0.65至0.9。另外，比 $w+x/(w+x+y+z)$ 通常為0.01至0.90或者0.05至0.5或者0.1至0.35。

上文闡述之由式(I)表示之合適有機矽化合物的額外非限制性實例包括(但不限於)具有以下各式的樹脂：





其中 Me 為甲基，Vi 為乙烯基，Ph 為苯基，且括號外之數字下標指示對應於如上文針對上文所闡述之式(I)所描述的 w、x、y 或 z 之莫耳分數。上述各式中之單元的順序無論如何皆不視為限制本發明的範疇。

由式(I)表示之有機矽化合物通常具有 500 至 50,000 g/mol 或者 500 至 10,000 g/mol 或者 1,000 至 3,000 g/mol 的分子量平均數 (M_n)，其中分子量藉由使用低角雷射光散射偵測器或折射率偵測器及聚矽氧樹脂 (MQ) 標準的凝膠層析法來判定。由式(I)表示之有機矽化合物在 25°C 下之黏度可為 0.01 至 100,000 Pa·s 或者 0.1 至 10,000 Pa·s 或者 1 至 100 Pa·s。

如 ^{29}Si NMR 所判定，由式(I)表示之有機矽化合物通常包括小於 10% (w/w) 或者小於 5% (w/w) 或者小於 2% (w/w) 的與矽鍵結之羥基。

在一實施例中，有機矽化合物進一步定義為二烷基乙烯基矽烷氧基封端的二烷基矽氧烷。在另一實施例中，有機矽化合物進一步定義為二烷基乙烯基矽烷氧基封端的二烷基矽氧烷。有機矽化合物之非限制性實例包括：二甲基乙烯基矽烷氧基封端之二甲基矽氧烷、二甲基乙烯基矽烷氧基封端之二甲基矽氧烷、甲基乙烯基矽氧烷及其組合。在又一實施例中，有機矽化合物進一步定義為二甲基乙烯基矽烷氧基側掛之二甲基矽氧烷。或者，有機矽化合物可進

一步定義為烯基二烷基矽烷基封端型聚二烷基矽氧烷。在一實施例中，有機矽化合物進一步定義為乙烯基二甲基矽烷基封端型聚二甲基矽氧烷。

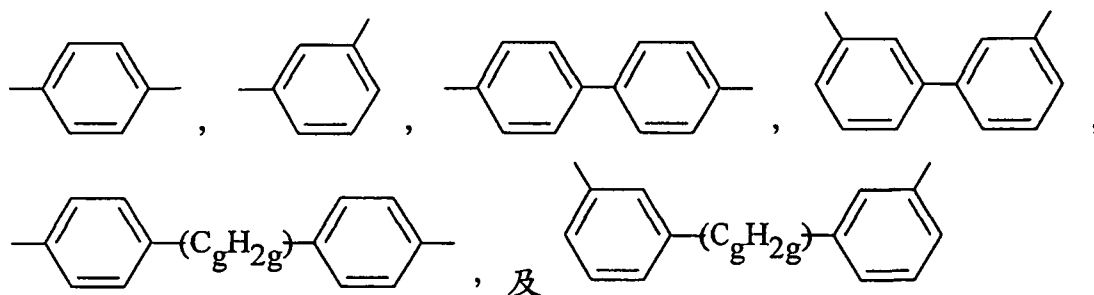
返回參看，聚矽氧組合物通常亦包括具有每分子至少一與矽鍵結之氫原子的有機氫矽化合物。有機氫矽化合物可包括單一有機氫矽化合物、兩種有機氫矽化合物或複數種有機氫矽化合物。有機氫矽化合物通常具有平均每分子至少兩個與矽鍵結之氫原子或者平均每分子至少三個與矽鍵結之氫原子。有機氫矽化合物可進一步定義為有機氫矽烷(organohydrogensilane)、有機氫矽氧烷或其組合。有機氫矽化合物之結構可為線性、分支、環狀或含樹脂的。在非環狀聚矽烷及聚矽氧烷中，與矽鍵結之氫原子可定位於末端位置、側掛位置處或末端位置及側掛位置兩者處。環矽烷及環矽氧烷通常具有3至12個矽原子，或者3至10個矽原子，或者3至4個矽原子。

有機氫矽烷可為單矽烷、二矽烷、三矽烷或聚矽烷。合適有機氫矽烷之一些非限制性實例包括：二苯基矽烷、2-氯乙基矽烷、雙[(對-二甲基矽烷基)苯基]醚、1,4-二甲基二矽烷基乙烷、1,3,5-三(二甲基矽烷基)苯、1,3,5-三甲基-1,3,5-三矽烷、聚(甲基伸矽烷基)伸苯基，及聚(甲基伸矽烷基)亞甲基。

有機氫矽烷亦可具有下式：

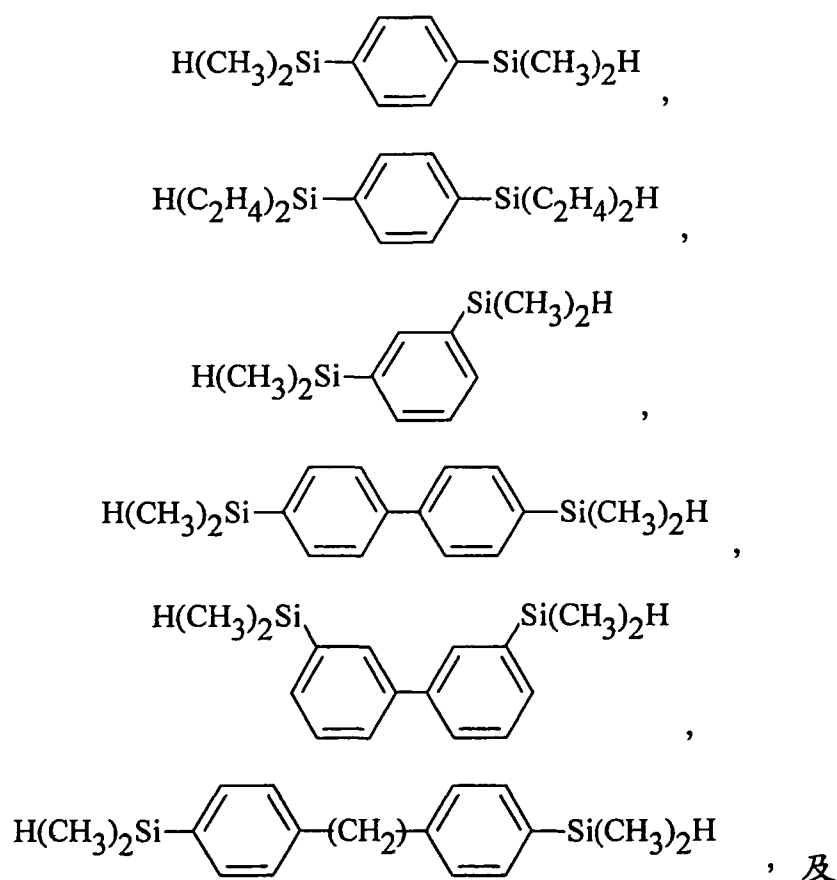


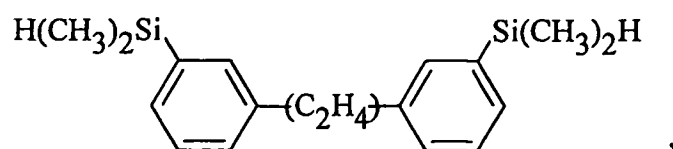
其中 R^1 係如上文所定義並例示，且 R^3 係具有一選自以下結構之式的無脂族飽和性的伸鏈基：



其中 g 為 1 至 6。

具有以上式 (II) 之有機氫矽烷 (其中 R^1 及 R^3 係如上文所描述並例示) 之特定實例包括 (但不限於) 具有一選自以下結構之式的有機氫矽烷：

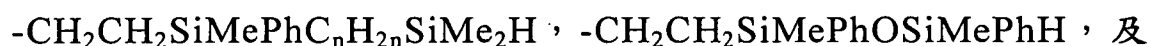
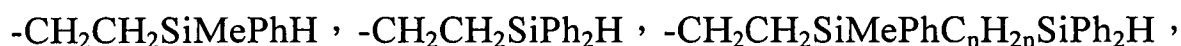
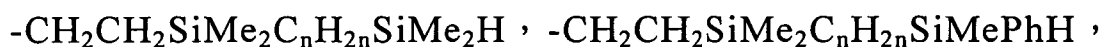
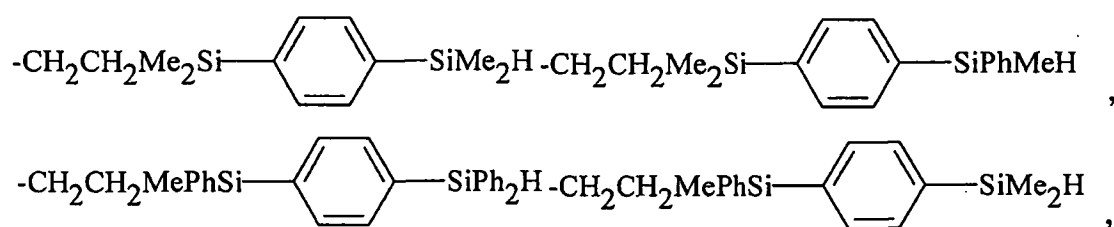




有機氫矽氧烷可為二矽氧烷、三矽氧烷或聚矽氧烷。合適有機氫矽氧烷之特定非限制性實例包括：1,1,3,3-四甲基二矽氧烷、1,1,3,3-四苯基二矽氧烷、苯基三(二甲基矽氧基)矽烷、1,3,5-三甲基環三矽氧烷、三甲基矽烷氧基封端之聚(甲基氫矽氧烷)、三甲基矽烷氧基封端之聚(二甲基矽氧烷/甲基氫矽氧烷)、二甲基氫矽烷氧基封端之聚(甲基氫矽氧烷)，及包括 $\text{HMe}_2\text{SiO}_{1/2}$ 單元、 $\text{Me}_3\text{SiO}_{1/2}$ 單元及 $\text{SiO}_{4/2}$ 單元的樹脂，其中 Me 為甲基。

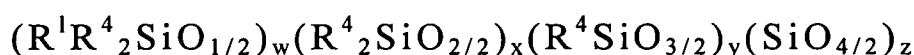
有機氫矽氧烷可進一步定義為有機氫聚矽氧烷樹脂，只要樹脂包括每分子至少一與矽鍵結的氫原子。有機氫聚矽氧烷樹脂可為包括以下各項之共聚物： $\text{R}^4\text{SiO}_{3/2}$ 單元(亦即，T單元)及/或 $\text{SiO}_{4/2}$ 單元(亦即，Q單元)與 $\text{R}^1\text{R}^4_2\text{SiO}_{1/2}$ 單元(亦即，M單元)及/或 $\text{R}^4_2\text{SiO}_{2/2}$ 單元(亦即，D單元)，其中 R^1 係如上文所描述並例示。舉例而言，有機氫聚矽氧烷樹脂可為DT樹脂、MT樹脂、MDT樹脂、DTQ樹脂、MTQ樹脂、MDTQ樹脂、DQ樹脂、MQ樹脂、DTQ樹脂、MTQ樹脂或MDQ樹脂。

藉由 R^4 表示之基團通常為一具有至少一與矽鍵結之氫原子的有機矽烷基烷基。藉由 R^4 表示之有機矽烷基烷基之實例包括(但不限於)具有一選自以下結構之式的基團：

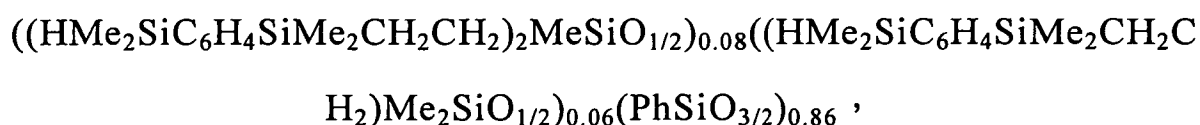
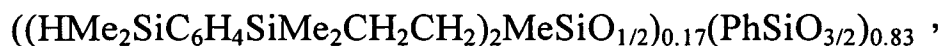
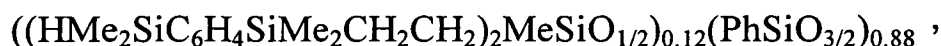


其中 Me 為甲基，Ph 為苯基，且下標 n 具有 2 至 10 的值。

在各種實施例中，有機氫聚矽氧烷樹脂具有下式：



其中 R^1 、 R^4 、w、x、y 及 z 各自係如上文所定義並例示。藉由上式表示之有機氫聚矽氧烷樹脂之特定實例包括(但不限於)具有以下各式的樹脂：



其中 Me 為甲基，Ph 為苯基， C_6H_4 指示對伸苯基，且括號外之數字下標指示莫耳分數。上述各式中之單元的順序無論如何皆不視為限制本發明的範疇。

有機氫矽化合物可具有小於1000 g/mol或者小於750 g/mol或者小於500 g/mol的分子量。此外，有機氫矽化合物可為單一有機氫矽化合物，或包含各自如上文所描述之兩種或兩種以上不同有機氫矽化合物的混合物。舉例而言，有機氫矽化合物可為單一有機氫矽烷、兩種不同有機氫矽烷之混合物、單一有機氫矽氧烷、兩種不同有機氫矽氧烷之混合物或有機氫矽烷與有機氫矽氧烷的混合物，只要有有機氫矽化合物具有每分子至少一與矽鍵結的氫原子。在一實施例中，有機氫矽化合物進一步定義為二甲基氫矽烷基封端的聚二甲基矽氧烷。有機氫矽化合物亦可進一步定義為三烷基矽烷基封端之聚二烷基矽氧烷-烷基氫矽氧烷的共聚物。在一實施例中，有機氫矽化合物進一步定義為三甲基矽烷基封端之聚二甲基矽氧烷-甲基氫矽氧烷的共聚物。在一實施例中，有機氫矽化合物進一步定義為二烷基氫矽烷基封端之聚二烷基矽氧烷與三烷基矽烷基封端之聚二烷基矽氧烷-烷基氫矽氧烷之共聚物的混合物。此實施例之二烷基氫矽烷基封端之聚二烷基矽氧烷可進一步定義為二甲基氫矽烷基封端的聚二甲基矽氧烷，且此實施例之三烷基矽烷基封端之聚二烷基矽氧烷-烷基氫矽氧烷之共聚物可進一步定義為三甲基矽烷基封端之聚二甲基矽氧烷-甲基氫矽氧烷的共聚物。

返回參看，聚矽氧組合物通常亦包括一矽氫化催化劑，其用以加速有機矽化合物與有機氫矽化合物之間的矽氫化反應。矽氫化催化劑可為熟知矽氫化催化劑中之任一者，

該等熟知矽氫化催化劑包含：鉑族金屬(亦即，鉑、銨、釕、鈦、鐵及鈷)或含有鉑族金屬的化合物。通常，基於鉑在矽氫化反應中的高活性，鉑族金屬為鉑。

適於使用之特定矽氫化催化劑包括藉由 Willing 在美國專利第 3,419,593 號中揭示之氯鉑酸與某些含有乙烯基之有機矽氧烷的錯合物，該專利之解決矽氫化催化劑的該等部分藉此以引用的方式併入。此類型催化劑為氯鉑酸與 1,3-二乙烯基-1,1,3,3-四甲基二矽氧烷的反應產物。

矽氫化催化劑亦可為一包含一固態載體之載體矽氫化催化劑，該固態載體在其表面上具有鉑族金屬。載體催化劑可習知地藉由過濾而與聚矽氧組合物分離。載體催化劑的實例包括(但不限於)碳上之鉑、碳上之鈦、碳上之釕、碳上的銨、二氧化矽上之鉑、二氧化矽上之鈦、氧化鋁上之鉑、氧化鋁上的鈦及氧化鋁上之釕。

預料到，矽氫化催化劑可為含有經微囊封之鉑族金屬的催化劑，該催化劑包含以熱塑性樹脂囊封的鉑族金屬。包括經微囊封之矽氫化催化劑的聚矽氧組合物在周圍條件下歷時經延長之時間段(通常數月或更長)而為穩定的，又在熱塑性樹脂之熔融或軟化點之上的溫度下相對快速地固化。如在美國專利第 4,766,176 號及其中引用之參考案以及美國專利第 5,017,654 號中所例示，經微囊封之矽氫化催化劑及其製備方法在此項技術中為熟知的。本發明之矽氫化催化劑可為單一催化劑或包含兩種或兩種以上不同催化劑的混合物，該等不同催化劑在至少一性質(諸如，結構、

形式、鉑族金屬、錯合配位基及熱塑性樹脂)方面不同。

在一實施例中，矽氫化催化劑包括至少一用光催化之矽氫化催化劑。用光催化之矽氫化催化劑可為能夠在曝露至具有150至800 nm波長的輻射之後即催化有機矽化合物與有機氫矽化合物之矽氫化的任一矽氫化催化劑。用光催化之矽氫化催化劑可為熟知矽氫化催化劑中之任一者，該等熟知矽氫化催化劑包含：鉑族金屬或含有鉑族金屬的化合物。鉑族金屬包括鉑、銨、鈦、鈹、鐵及鈷。通常，基於鉑在矽氫化反應中的高活性，鉑族金屬為鉑。

適用於本發明之用途的用光催化之矽氫化催化劑的特定實例包括(但不限於)：鉑(II) β -二酮錯合物，諸如雙(2,4-戊二酸基)鉑(II)、雙(2,4-己二酸基)鉑(II)、雙(2,4-庚二酸基)鉑(II)、雙(1-苯基-1,3-丁二酸基)鉑(II)、雙(1,3-二苯基-1,3-丙二酸基)鉑(II)、雙(1,1,1,5,5,5-六氟-2,4-戊二酸基)鉑(II)；(η -環戊二烯基)三烷基鉑錯合物，諸如(Cp)三甲基鉑、(Cp)乙基二甲基鉑、(Cp)三乙基鉑、(氯-Cp)三甲基鉑及(三甲基矽烷基-Cp)三甲基鉑，其中Cp表示環戊二烯基；三氮烯氧化物-過渡金屬的錯合物，諸如Pt[C₆H₅NNNOCH₃]₄、Pt[對-CN-C₆H₄NNNOC₆H₁₁]₄、Pt[對-H₃COC₆H₄NNNOC₆H₁₁]₄、Pt[對-CH₃(CH₂)_x-C₆H₄NNNOCH₃]₄、1,5-環辛二烯Pt[對-CN-C₆H₄NNNOC₆H₁₁]₂、1,5-環辛二烯Pt[對-CH₃O-C₆H₄NNNOCH₃]₂、[(C₆H₅)₃P]₃Rh[對-CN-C₆H₄NNNOC₆H₁₁]及Pd[對-CH₃(CH₂)_x-C₆H₄NNNOCH₃]₂，其中x為1、3、5、11或17；(η -二烯)(σ -芳基)鉑錯合物，諸

如(η^4 -1,5-環辛二烯基)二苯基鉑、 η^4 -1,3,5,7-環辛四烯基)二苯基鉑、(η^4 -2,5-降冰片二烯基)二苯基鉑、(η^4 -1,5-環辛二烯)雙-(4-二甲基胺基苯基)鉑、(η^4 -1,5-環辛二烯)雙-(4-乙醯基苯基)鉑，及(η^4 -1,5-環辛二烯)雙-(4-三氟甲基苯基)鉑。通常，用光催化之矽氫化催化劑為 β -二酮鉑(II)錯合物，且更通常地催化劑為雙(2,4-戊二酸基)鉑(II)。矽氫化催化劑可為單一用光催化之矽氫化催化劑，或包含兩種或兩種以上不同用光催化之矽氫化催化劑的混合物。

製備用光催化之矽氫化催化劑的方法在此項技術中為熟知的。舉例而言，製備 β -二酮鉑(II)之方法藉由Guo等人介紹(Chemistry of Materials, 1998, 10, 531-536)。製備(η -環戊二烯基)-三烷基鉑錯合物之方法揭示於美國專利第4,510,094號中。製備三氫烯氧化物-過渡金屬之錯合物的方法揭示於美國專利第5,496,961號中。製備(η -二烯)(σ -芳基)鉑錯合物之方法教示於美國專利第4,530,879號中。

矽氫化催化劑之濃度足以催化有機矽化合物與有機氫矽化合物的矽氫化。通常，以有機矽化合物與有機氫矽化合物之經組合的重量計，矽氫化催化劑之濃度足以提供0.1至1000 ppm之鉑族金屬，或者1至500 ppm之鉑族金屬，或者3至150 ppm的鉑族金屬，且或者1至25 ppm之鉑族金屬。一尤其合適之催化劑包括1,3-二乙基-1,1,3,3-四甲基二矽氧基鉑錯合物。可以如藉由熟習此項技術者判定之量來包括催化劑。在一實施例中，催化劑以每100重量份聚矽氧組合物0.05至0.30重量份的量包括於聚矽氧組合物

中。

聚矽氧組合物通常亦包括為0.05至100的有機氫矽化合物之每分子之與矽鍵結的氫原子與有機矽化合物之每分子的不飽和部分之比。在替代實施例中，該比係0.1至100、0.05至20、0.05至0.7、0.1至0.8、0.1至0.6、0.5至2、1.5至5、1.75至3、2至2.5及0.95至1.05。在各種實施例中，存在與矽鍵結之氫原子與不飽和部分的化學計量過量，其可增強第一最外層22與第二(最外)層26或下文更詳細描述之黏接層30之間的黏附。當然，應理解，以上所提及之比並不限制本發明，只要該比係在0.05至100之間。

如上文首先所介紹，第二(最外)層26可無複數個纖維27，或可包括複數個纖維27。在一實施例中，如上文所描述，用以形成第二(最外)層26之聚矽氧組合物進一步定義為可塗布複數個纖維27的矽氫化可固化之聚矽氧組合物。通常，此矽氫化可固化之聚矽氧組合物為液體，亦即在常溫下流動。矽氫化可固化之聚矽氧組合物可包括填充劑，或無填充劑。相反，矽氫化可固化之聚矽氧組合物可包括複數個纖維27及填充劑兩者。

矽氫化可固化之聚矽氧組合物包括：線性有機矽化合物，其具有每分子兩個末端不飽和部分；分支有機矽化合物，其具有每分子兩個末端不飽和部分及每分子至少一側掛不飽和部分；及一有機氫矽化合物，其具有每分子至少一與矽鍵結的氫原子。在一實施例中，有機氫矽化合物具有每分子至少兩個與矽鍵結的氫原子。在另一實施例中，

有機氫矽化合物具有每分子至少三個與矽鍵結的氫原子。

矽氫化可固化之聚矽氧組合物通常亦包括上文所介紹之填充劑，及用以加速線性有機矽化合物、分支有機矽化合物與有機氫矽化合物之間的矽氫化反應的矽氫化催化劑。在此實施例中可利用之各種矽氫化催化劑可如上文所描述。在此實施例中，以每100重量份線性有機矽化合物與分支有機矽化合物之和計，線性有機矽化合物以80至95重量份之量存在，且分支有機矽化合物以5至20重量份的量存在。在其他實施例中，以每100重量份線性有機矽化合物與分支有機矽化合物之和計，線性有機矽化合物以85至95、86至94、88至90、90至95或92至94或約80、86、90或93重量份的量存在。在又其他實施例中，以每100重量份線性有機矽化合物與分支有機矽化合物之和計，分支有機矽化合物以5至15、7至10、7至14、10至20或約7、10、14或20重量份的量存在。應理解，線性及/或分支有機矽化合物可各自以在上文描述之彼等範圍內的任一量或量範圍經獨立利用。

又，在矽氫化可固化之聚矽氧組合物中，有機氫矽化合物之每分子之與矽鍵結的氫原子與線性有機矽化合物及分支有機矽化合物之每分子之不飽和部分的和之比係1至1.7，通常1.1至1.6，或1.1至1.2。在各種實施例中，該比係1.5至1.55。

矽氫化可固化之聚矽氧組合物在使用時可包括第一部分及第二部分。線性有機矽化合物、分支有機矽化合物及有

機氫矽化合物可存在於第一部分、第二部分中，或第一部分及第二部分兩者中。在一實施例中，線性有機矽化合物、分支有機矽化合物及有機氫矽化合物歸因於過早反應之可能而並不全部存在於一部分中。在另一實施例中，線性有機矽化合物、分支有機矽化合物及有機氫矽化合物全部存在於一部分中，但在矽氫化催化劑之情況下並不全部存在於一部分中。在又一實施例中，線性及分支有機矽化合物存在於第一部分中，且有機氫矽化合物及矽氫化催化劑存在於第二部分中。在再其他實施例中，線性有機矽化合物及/或分支有機矽化合物存在於第一部分及第二部分兩者中，而矽氫化催化劑存在於第一部分中且有機氫矽化合物存在於第二部分中。通常，任一交聯劑或增鏈劑在無催化劑的情況下存在於第二部分中。在各種實施例中，第一部分及第二部分具有25°C下根據ASTM D4287測定之200至15,000 cps的可變黏度。在其他實施例中，第一部分及第二部分具有25°C下根據ASTM D4287測定之如下適當黏度：289、289，1449、2000，2064、3440，4950、5344，8,194、11,212，12,680及14,129 cps。

線性有機矽化合物可為上文所描述之化合物中的任一者，或可為不同的，只要線性有機矽化合物具有每分子兩個末端不飽和部分。通常，線性有機矽化合物具有每分子恰好兩個末端不飽和部分。線性有機矽化合物並不具有側掛不飽和部分。在各種實施例中，線性有機矽化合物進一步定義為乙烯基封端型聚二烷基矽氧烷，例如，具有兩個

末端乙烯基的乙烯基封端型聚二甲基矽氧烷。在其他實施例中，線性有機矽化合物具有150至900之平均聚合度(DP)、11,000至63,000之重量平均分子量、25℃下根據ASTM D4287測定之400至60,000 cps的黏度，及0.01至10重量百分比的乙烯基。在又其他實施例中，線性有機矽化合物具有以下物理性質(± 1%、± 3%、± 5%、± 10%、± 15%、± 20%或± 25%)。亦預料到，線性有機矽化合物可具有以下並未闡述的其他物理性質。

各種實施例	平均DP	重量平均分子量 (g/mol)	黏度(25℃下， cps)	乙烯基的重量 百分比
乙烯基封端型聚 二甲基矽氧烷	297	22,000	2,100	0.21
乙烯基封端型聚 二甲基矽氧烷	155	11,500	450	0.46
乙烯基封端型聚 二甲基矽氧烷	837	62,000	55,000	0.088

亦預料到，矽氫化可固化之聚矽氧組合物可包括上文描述之一種以上線性有機矽化合物。供本發明使用之預料到的額外線性有機矽化合物描述於美國專利第5,574,073號中，該專利以引用方式明確地併入本文中。

分支有機矽化合物亦可為上文所描述之化合物中的任一者，或可為不同的，只要分支有機矽化合物具有每分子兩個末端不飽和部分及每分子至少一側掛不飽和部分。在各種實施例中，分支有機矽化合物進一步定義為具有至少一乙烯基側掛基團的乙烯基封端型聚二烷基矽氧烷，例如，具有兩個末端乙烯基及至少一乙烯基側掛基團的乙烯基封

端型聚二甲基矽氧烷。在其他實施例中，分支有機矽化合物具有100至800之平均聚合度(DP)、8,000至60,000之重量平均分子量、25°C下根據ASTM D4287測定之200至30,000 cps的黏度，及以0.1至10重量百分比的乙烯基。在一實施例中，分支有機矽化合物具有約620之平均聚合度(DP)、約46,000 g/mol之重量平均分子量、25°C下根據ASTM D4287測定之約15,000 cps的黏度，及約7.7重量百分比的乙烯基。亦預料到，矽氫化可固化之聚矽氧組合物可包括上文描述之一種以上分支有機矽化合物。供本發明使用之預料到的額外分支有機矽化合物描述於美國專利第5,574,073號中，該專利以引用方式明確地併入本文中。

應理解，術語「聚矽氧組合物」及「矽氫化可固化之聚矽氧組合物」在本文中使用时為可互換的，只要矽氫化可固化之聚矽氧組合物保持如上文所描述。換言之，此術語為可互換的，只要矽氫化可固化之聚矽氧組合物包括：線性有機矽化合物，其具有每分子兩個末端不飽和部分；分支有機矽化合物，其具有每分子兩個末端不飽和部分及每分子至少一側掛不飽和部分；及有機氫矽化合物，其具有每分子至少一與矽鍵結的氫原子。

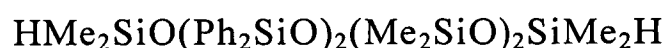
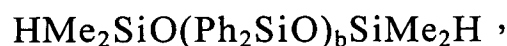
聚矽氧組合物亦可包括一具有選自以下兩項之群的式之聚矽氧橡膠：(a) $R^1R^2_2SiO(R^2_2SiO)_aSiR^2_2R^1$ ，及(b) $R^5R^1_2SiO(R^1R^5SiO)_bSiR^1_2R^5$ ，其中 R^1 及 R^2 係如上文所定義並例示， R^5 為 R^1 或-H，下標a及b各自具有1至4或者2至4或者2至3的值，且w、x、y及z亦如上文所定義並例示。適於

用作聚矽氧橡膠(a)的聚矽氧橡膠之特定實例包括(但不限於)具有以下各式的聚矽氧橡膠：



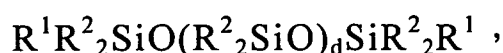
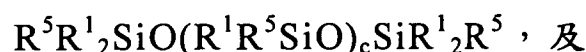
其中Me為甲基，Ph為苯基，Vi為乙烯基，且下標具有1至4的值。聚矽氧橡膠(a)可為單一聚矽氧橡膠，或包含兩種或兩種以上不同聚矽氧橡膠的混合物，該等不同聚矽氧橡膠各自滿足針對(a)的式。

適於用作聚矽氧橡膠(b)的聚矽氧橡膠之特定實例包括(但不限於)具有以下各式的聚矽氧橡膠：



其中Me為甲基，Ph為苯基，且下標b具有1至4的值。組份(b)可為單一聚矽氧橡膠，或包含兩種或兩種以上不同聚矽氧橡膠的混合物，該等不同聚矽氧橡膠各自滿足針對(b)的式。

在本發明之其他實施例中，聚矽氧組合物包括藉由使有機矽化合物與選自具有以下各式之橡膠的至少一聚矽氧橡膠(b)反應而製備的經橡膠改質之聚矽氧樹脂：



其中 R^1 及 R^5 係如上文所定義並例示，且c及d在矽氫化催化劑且視需要有機溶劑存在的情況下各自具有4至1000或者10至500或者10至50的值(倘若有機矽化合物與聚矽氧橡膠(b)之反應產物具有每分子至少一不飽和部分)。

在一實施例中，聚矽氧組合物包括45至90重量份之二甲基乙烯基矽烷氧基封端的二甲基矽氧烷、0.5至2重量份之烷氧基矽烷、0.5至2重量份之甲基丙烯醯氧基丙基三甲氧基矽烷、0.01至0.2重量份的四甲基四乙烯基環四矽氧烷、2至10重量份之氫封端的二甲基矽氧烷、0.2至1重量份之二甲基甲基氫矽氧烷，及0.01至0.1重量份的1,3-二乙烯基-1,1,3,3-四甲基二矽氧基鉑錯合物。在另一實施例中，聚矽氧組合物包括45至90重量份之二甲基乙烯基矽烷氧基封端的二甲基矽氧烷、0.5至2重量份之烷氧基矽烷、0.5至2重量份之甲基丙烯醯氧基丙基三甲氧基矽烷、0.01至0.2重量份的四甲基四乙烯基環四矽氧烷、2至10重量份之氫封端的二甲基矽氧烷、0.2至1重量份之二甲基甲基氫矽氧烷，20至60重量份之石英，及0.01至0.1重量份的1,3-二乙烯基-1,1,3,3-四甲基二矽氧基鉑錯合物。

聚矽氧組合物亦可包括溶劑，例如有機溶劑。有機溶劑可為不與有機矽化合物及有機氫矽化合物反應且與有機矽化合物及有機氫矽化合物互溶的任一非質子或偶極非質子有機溶劑。合適有機溶劑之非限制性實例包括：飽和脂族烴，諸如正戊烷、己烷、正庚烷、異辛烷及十二烷；環脂族烴，諸如環戊烷及環己烷；芳族烴，諸如苯、甲苯、二

甲苯及均三甲苯；環醚，諸如四氫呋喃(THF)及二噁烷；酮，諸如甲基異丁基酮(MIBK)；鹵化烷，諸如三氯乙烷；鹵化芳族烴，諸如溴苯及氯苯；及其組合。有機溶劑可為單一有機溶劑，或包含兩種或兩種以上不同有機溶劑的混合物，該等不同有機溶劑每一者係如上文所描述。以聚矽氧組合物之總重量計，有機溶劑在聚矽氧組合物中之濃度可為0%至99% (w/w)，或者30%至80% (w/w)，且或者45%至60% (w/w)。

如上文首先所介紹，聚矽氧組合物亦可包括填充劑。填充劑可用以耗散來自模組20的熱。填充劑可為此項技術中已知的任一填充劑，且可包括單一填充劑或填充劑的組合。填充劑可為熱及/或導電或絕緣的。填充劑可進一步定義為增強填充劑、增量填充劑、搖變減黏填充劑、顏料或其組合。填充劑可包括：一或多種經細分之增強填充劑，諸如高表面積煙霧狀及沈澱二氧化矽、氧化鋅、鋁、鋁粉末、三水合鋁、銀、碳酸鈣；及/或額外增量填充劑，諸如石英，矽藻土，硫酸鋇，氧化鐵，二氧化鈦及碳黑，滑石，矽灰石，礬石，硫酸鈣(硬石膏)，石膏，硫酸鈣，碳酸鎂，諸如高嶺土之黏土，三羥化鋁，氫氧化鎂(水鎂石)，石墨，諸如孔雀石之碳酸銅，諸如zarachite的碳酸鎳，諸如碳酸鋇礦之碳酸鋇，諸如菱鋇礦的碳酸鋇，氧化鋁，包括(但不限於)橄欖石類、石榴石類、鋁矽酸鹽、環狀矽酸鹽、鏈狀矽酸鹽及薄片矽酸鹽的矽酸鹽，及其組合。橄欖石類可包括(但不限於)鎂橄欖石 Mg_2SiO_4 ，

及其組合。石榴石類之非限制性實例可包括：鎂鋁榴石 $\text{Mg}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ 、鈣鋁榴石 $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ ，及其組合。鋁矽酸鹽可包括(但不限於)矽線石 Al_2SiO_5 、多鋁紅柱石 $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ 、藍晶石 Al_2SiO_5 ，及其組合。環狀矽酸鹽可包括(但不限於)堇青石 $\text{Al}_3(\text{MgFe})_2[\text{Si}_4\text{AlO}_{18}]$ ，及其組合。鏈狀矽酸鹽可包括(但不限於)矽灰石 $\text{Ca}[\text{SiO}_3]$ ，及其組合。薄片矽酸鹽之非限制性的合適實例可包括：雲母 $\text{K}_2\text{Al}_4[\text{Si}_6\text{Al}_2\text{O}_{20}](\text{OH})_4$ 、葉蠟石 $\text{Al}_4[\text{Si}_8\text{O}_{20}](\text{OH})_4$ 、滑石 $\text{Mg}_6[\text{Si}_8\text{O}_{20}](\text{OH})_4$ 、蛇紋石、石棉、高嶺石 $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$ 、蛭石，及其組合。亦可包括低密度填充劑以減小每體積之重量及成本。填充劑可包括小於光之波長的1/4之粒子以避免散射，但並非對此進行要求。因此，諸如矽灰石、二氧化矽、二氧化鈦、玻璃纖維、中空玻璃球體及黏土(例如，高嶺土)之填充劑為尤其較佳的。

在一實施例中，填充劑係選自由以下各項組成之群：氮化鋁、氧化鋁、三水合鋁、鈦酸鋁、氧化鈹、氮化硼、碳纖維、金剛石、石墨、氫氧化鎂、氧化鎂、金屬微粒、彩紋瑪瑙、碳化矽、矽、碳化鎢、氧化鋅，及其組合。填充劑可進一步定義為金屬填充劑、無機填充劑、可熔融填充劑，或其組合。金屬填充劑包括金屬粒子，及表面上具有層的金屬粒子。此等層可為(例如)粒子表面上之金屬氮化物層或金屬氧化物層。合適金屬填充劑藉由選自以下各項之金屬粒子來例示：鋁、銅、金、鎳、銀及其組合，且或者為鋁。合適金屬填充劑進一步藉由上文所描述之在表面

上具有層的金屬粒子來例示，該等層係選自以下各項：氮化鋁、氧化鋁、氧化銅、氧化鎳、氧化銀及其組合。舉例而言，金屬填充劑可包括表面上具有氧化鋁層的鋁粒子。

合適無機填充劑包括(但不限於)彩紋瑪瑙，三水合鋁，諸如氧化鋁、氧化鈹、氧化鎂及氧化鋅的金屬氧化物，諸如氮化鋁及氮化硼之氮化物，諸如碳化矽及碳化鎢的碳化物。

合適可熔融填充劑包括(但不限於)Bi、Ga、In、Sn、Ag、Au、Cd、Cu、Pb、Sb、Zn、其合金，及其組合。合適可熔融填充劑之非限制性實例包括Ga、In-Bi-Sn合金、Sn-In-Zn合金、Sn-In-Ag合金、Sn-Ag-Bi合金、Sn-Bi-Cu-Ag合金、Sn-Ag-Cu-Sb合金、Sn-Ag-Cu合金、Sn-Ag合金、Sn-Ag-Cu-Zn合金，及其組合。可熔融填充劑可具有自50°C至250°C或自150°C至225°C變動的熔融點。可熔融填充劑可為共晶合金、非共晶合金或純金屬。合適可熔融填充劑可購自美國紐約Utica的Indium Corporation；Arconium, Providence, R.I.；及AIM Solder, Cranston, R.I.。合適鋁填充劑可購自Toyal America, Inc., Naperville, I.L.及Valimet Inc., Stockton, C.A.。銀填充劑可購自Metalor Technologies U.S.A. Corp., Attleboro, M.A.。

合適填充劑之額外實例包括(但不限於)：沈澱碳酸鈣、重質碳酸鈣、煙霧狀二氧化矽、沈澱二氧化矽、滑石、二氧化鈦、塑膠粉末、玻璃或塑膠(諸如，Saran™)微球體、諸如雲母或有孔雲母的高縱橫比填充劑，及其組合。填充

劑視需要可由諸如脂肪酸(例如，硬脂酸)的處理劑進行處理。沈澱碳酸鈣可以商品名 WINNOFIL[®] SPM 購自 Solvay。重質碳酸鈣可以商品名 Imerys Gammasperse 購自 QCI Britannic, Miami, Florida, U.S.A.。諸如 1011 之碳黑可購自 Williams。二氧化矽可購自 Cabot Corporation。

填充劑可進一步定義為單一導熱填充劑或兩種或兩種以上導熱填充劑的組合，該兩種或兩種以上導熱填充劑在諸如粒子形狀、平均粒徑、粒徑分布及填充劑類型的至少一性質方面不同。舉例而言，可能需要使用無機填充劑的組合，該等無機填充劑諸如具有較大平均粒徑之第一氧化鋁及具有較小平均粒徑之第二氧化鋁。或者，可能需要(例如)使用具有較大平均粒徑之氧化鋁與具有較小平均粒徑之氧化鋅的組合。或者，可能需要使用金屬填充劑的組合，該等金屬填充劑諸如具有較大平均粒徑之第一鋁及具有較小平均粒徑之第二鋁。舉例而言，第一鋁可具有自 8 微米至 100 微米或者自 8 微米至 10 微米變動的平均粒徑。第二鋁可具有自 0.1 微米至 5 微米或者自 1 微米至 3 微米變動的平均粒徑。或者，可能需要使用諸如金屬填充劑與金屬氧化物填充劑之組合的金屬填充劑與無機填充劑的組合，例如，鋁填充劑與氧化鋁填充劑之組合、鋁填充劑與氧化鋅填充劑的組合，或鋁填充劑、氧化鋁填充劑與氧化鋅填充劑的組合。使用具有較大平均粒徑之第一填充劑與具有小於第一填充劑之平均粒徑的平均粒徑之第二填充劑可改良填充效率，可減小黏度，且可增強熱傳遞。預料到，在需

要的情況下可組合地使用以上填充劑中之任一者。

導熱填充劑之平均粒徑視各種因素而定，包括導熱填充劑之類型及所使用之量。然而，在各種實施例中，導熱填充劑具有一自0.1微米至100微米或者自0.1微米至80微米或者自0.1微米至50微米及或者自0.1微米至10微米變動的均粒徑。

在各種實施例中，聚矽氧組合物包括每100重量份聚矽氧組合物10至70、20至60、40至60或30至50重量份的填充劑。在一實施例中，聚矽氧組合物包括每100重量份聚矽氧組合物45至55重量份的石英填充劑。在額外實施例中，聚矽氧組合物包括每100重量份聚矽氧組合物1至150重量份的填充劑。在又一實施例中，聚矽氧組合物包括每100重量份聚矽氧組合物約50重量份的石英填充劑。在再一實施例中，聚矽氧組合物包括選自由以下各項組成之群的以每100重量份聚矽氧組合物10至80重量份之量存在的一填充劑：石英、矽、氧化鋁、三水合鋁及其組合。

前述填充劑可由以下各項進行表面處理以使填充劑成為疏水的：脂肪酸或諸如硬脂酸鹽之脂肪酸酯、有機矽烷、有機矽氧烷、諸如六烷基二矽氮烷的有機矽氮烷，及/或短鏈狀矽氧烷二醇，及其組合。此表面處理可使得填充劑易於處置並獲得與聚矽氧組合物之其他組份的均質混合物。表面處理亦可使得重質矽酸鹽礦物易於濕化。在不意欲受限的情況下，咸信經表面改質之填充劑阻止凝塊，且可均質地併入至聚矽氧組合物中，因此產生改良之常溫機

械性質。此外，咸信經表面處理之填充劑與未經處理之填充劑相比較導電性較小。如上文所描述，導熱填充劑可在第一最外層22亦為導熱的時使用，因此使得能夠自光伏打電池24移除餘熱，其改良電池效率。

除填充劑外，聚矽氧組合物亦可包括諸如矽氫化催化劑抑制劑的添加劑，諸如，3-甲基-3-戊烯-1-炔、3,5-二甲基-3-己烯-1-炔、3,5-二甲基-1-己炔-3-醇、1-乙炔基-1-環己醇、2-苯基-3-丁炔-2-醇、乙烯基環矽氧烷及三苯基膦。添加劑之其他非限制性實例包括：顏料、黏附促進劑、腐蝕抑制劑、染料、稀釋劑、抗汙添加劑，及其組合。此等添加劑之包括可基於黏接層26的擱置壽命(shelf-life)、固化動力學及光學性質。

合適黏附促進劑之尤其較佳的實例可包括(但不限於)：乙烯基三乙氧基矽烷、丙烯醯丙基三甲氧基矽烷、諸如甲基丙烯醯氧基丙基三甲氧基矽烷的烷基丙烯醯丙基三甲氧基矽烷、烷氧基矽烷、烯丙基三乙氧基矽烷、縮水甘油丙基三甲氧基矽烷、烯丙基縮水甘油基醚、羥基二烷基矽烷基封端之甲基乙烯基矽氧烷-二甲基矽氧烷共聚物、羥基二烷基矽烷基封端之甲基乙烯基矽氧烷-二甲基矽氧烷共聚物與縮水甘油丙基三甲氧基矽烷的反應產物、雙-三乙氧基矽烷基乙二醇、羥基二烷基矽烷基封端之甲基乙烯基矽氧烷-二甲基矽氧烷共聚物，羥基二烷基矽烷基封端之甲基乙烯基矽氧烷-二甲基矽氧烷共聚物與縮水甘油丙基三甲氧基矽烷及雙-三乙氧基矽烷基乙二醇的反應產物，

羥基二烷基矽烷基封端之甲基乙炔基矽氧烷-二甲基矽氧烷共聚物與甲丙烯醯丙基三甲氧基矽烷的0.5:1至1:2及更通常1:1的混合物，及其組合。

如上文所描述，添加劑可包括抗汙添加劑，以在光伏打電池24被使用時減小/防止污染。尤其較佳之抗汙添加劑包括(但不限於)具有25°C下10,000 mPa.s之黏度的氟烯烴及氟聚矽氧，諸如，包括二甲基氫矽氧烷基封端之三氟丙基倍半氧矽烷之氟化倍半氧矽烷、羥基封端之三氟丙基甲基矽氧烷、羥基封端之三氟丙基甲基矽烷基甲基乙炔基矽烷基矽氧烷、3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-十三氟辛基三乙氧基矽烷、羥基封端之甲基乙炔基三氟丙基矽氧烷、二甲基氫矽氧烷基封端的二甲基三氟丙基甲基矽氧烷，及其組合。抗汙添加劑通常以每100重量份聚矽氧組合物5或更小之重量份的量存在。

聚矽氧組合物亦可包括：能夠吸收在較低波長(200至500 nm)下之太陽能且重發射在較高波長(600至900 nm)下之太陽能的光學增亮劑、流變改質劑、顏料、熱穩定劑、阻燃劑、UV穩定劑、增鏈劑、增塑劑、增量劑、殺真菌劑及/或殺生物劑及其類似者(其可以一以重量計0至0.3%的量存在)、水清除劑、改良延展性且維持低表面黏性的預固化之聚矽氧及/或有機橡膠粒子，及其組合。

阻燃劑之合適實例包括如在WO 00/46817中所描述之氧化鋁粉末或矽灰石，該WO 00/46817以引用的方式明確地併入本文中(關於此等阻燃劑)。阻燃劑可單獨使用，或結

合其他阻燃劑或諸如二氧化鈦之顏料使用。

本發明之諸如矽氫化反應的任何反應可在任一合適之標準反應器中進行，或可在模組22上發生。合適反應器包括玻璃反應器及鐵氟龍襯裏玻璃反應器。通常，反應器配備有攪動(諸如，攪拌)之構件。反應通常在濕氣存在情況下於諸如氮氣或氫氣之惰性氛圍中進行。

本發明之聚矽氧組合物可為黏性或非黏性的，且可為凝膠、膠狀物、液體、膏、樹脂或固體。在本發明之方法中，聚矽氧組合物為液體，且安置於光伏打電池24上。在一實施例中，聚矽氧組合物為膜。在另一實施例中，聚矽氧組合物凝膠。在又一實施例中，聚矽氧組合物為液體，該液體經固化(例如，預固化或部分固化)以形成凝膠。或者，聚矽氧組合物可包括多個區段，其中每一區段包括不同聚矽氧及/或不同形式(例如，凝膠及液體)。在一實施例中，聚矽氧組合物基本上由有機矽化合物、有機氫矽化合物及矽氫化催化劑組成，且並不包括任何額外聚矽氧、填充劑、交聯劑及/或添加劑。或者，聚矽氧組合物可由以下各項組成：有機矽化合物、有機氫矽化合物及矽氫化催化劑。

聚矽氧組合物可不經固化，經由上文介紹之矽氫化機制或其他機制中之任一者經部分固化或經完全固化。在一實施例中，聚矽氧組合物於0°C至150°C之溫度下經固化。或者，聚矽氧組合物可於50°C至150°C之溫度下或於常溫($\sim 23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$)至115°C的溫度下經固化。然而，可使用如

由熟習此項技術者所選擇的其他溫度。若聚矽氧組合物由熱進行固化，則加熱可以批量或連續模式在任何合適烘箱或其類似者中發生。連續模式為最佳的。另外，聚矽氧組合物可經固化歷時1至24小時的時間。然而，聚矽氧組合物可經固化歷時如由熟習此項技術者視應用而選擇的較短或較長時間。在各種實施例中，聚矽氧組合物具有25°C下小於約100,000、50至10,000、100至7,500、250至5,000、250至10,000、25至800、2,500至5,000、250至600、3,000至4,000或2,000至8,000厘泊(cps)的黏度。在替代實施例中，聚矽氧組合物具有25°C下約400或約3,500 cps的黏度。聚矽氧組合物之黏度可使用ASTM D1084或ASTM D4287來計算。

返回參看，在一實施例中，如在圖7中所闡述，至少部分由聚矽氧組合物塗布之複數個纖維27越過第二(最外)層26橫向(L)(亦即，在橫向方向)延伸至在模組之兩個末端上的模組20的周邊(36)。在一實施例中，至少部分由聚矽氧組合物塗布之複數個纖維27越過第二(最外)層26橫向(L)延伸至在模組之所有末端處的模組20的周邊(36)。如本文中所使用之術語「末端」包括模組20的前、後及/或側周邊。複數個纖維27可完全自模組20之一末端延伸至另一末端。複數個纖維27可在某些片段中經塗布且在其他片段中不經塗布，或可經完全塗布。在一實施例中，未經塗布之纖維27越過第二(最外)層26之一部分延伸至周邊36，而經塗布之纖維越過第二(最外)層26的另一部分而延伸。複數

個纖維27及/或第二(最外)層26在安置於光伏打電池24上時可完全覆蓋光伏打電池24。或者，複數個纖維27及/或第二(最外)層26在安置於光伏打電池24上時可能並不完全覆蓋光伏打電池26，且可留下間隙。

包括複數個纖維27之第二(最外)層26大小通常與第一最外層22及光伏打電池24相同。然而，在一實施例中，第二(最外)層26小於光伏打電池24，且僅在光伏打電池24的一部分上延伸。在又一實施例中，第二(最外)層26具有均為125 mm的長度及寬度。在再一實施例中，第二(最外)層26具有均為156 mm的長度及寬度。當然，應理解，複數個纖維27及第二(最外)層26及本發明並不限於此等尺寸。

返回參看模組20，模組20亦可包括一支撐層28。該支撐層28可相同或不同於第一最外層22。在一實施例中，當第二層26為內部層時，支撐層28為安置於第二層26上的第二最外層。在此實施例中，支撐層28與第一最外層22相對地安置，且用於支撐模組20。在替代性實施例中，支撐層28包括玻璃。在另一實施例中，支撐層28包括以下各項中的至少一者：聚醯亞胺、聚乙烯、乙烯乙酸乙烯酯共聚物、有機氟聚合物(包括(但不限於)乙烯-四氟乙烯共聚物(ETFE)、聚乙烯基氟化物(Tedlar[®])、聚酯/Tedlar[®]、Tedlar[®]/聚酯/Tedlar[®])、單獨或至少部分由基於矽及氧的材料(SiO_x)塗布的聚對苯二甲酸乙二酯(PET)，及其組合。在另一實施例中，支撐層28包括Tedlar[®]。如在此項技術中已知，Tedlar[®]為聚乙烯基氟化物。在一實施例中，支撐層

28係選自聚乙烯基氟化物及聚乙烯的群。

通常，支撐層28具有一50至500微米、更通常地100至225微米且最通常地175至225微米的厚度。在一實施例中，支撐層28具有均為125 mm的長度及寬度。在另一實施例中，支撐層28具有均為156 mm的長度及寬度。當然，應理解，支撐層28及本發明並不限於此等尺寸。

除第二(最外)層26及支撐層28外，模組20亦可包括一黏接層30。黏接層30可安置於光伏打電池24上，且夾於光伏打電池24與第一最外層22之間。或者，黏接層30可安置於模組20的任何其他部分中。模組20可包括一個以上黏接層30，且可包括第二、第三及/或額外黏接層。第二、第三及/或額外黏接層可相同或不同於黏接層30。黏接層30可包括一可相同或不同於上文所描述之聚矽氧組合物的第二聚矽氧組合物。在一實施例中，第二聚矽氧組合物不同於上文所描述之聚矽氧組合物。

在一實施例中，如圖3、圖4、圖10及圖11中所展示，模組20包括安置於第一最外層22上且夾於第一最外層22與光伏打電池24之間的黏接層30。黏接層30可為對於UV及/或可見光為透明的，不透光的，或模糊的。

黏接層30可具有1.1至100 mm的穿透性。在各種實施例中，黏接層30具有1.3至100 mm且更通常地2至55 mm的穿透性。穿透性藉由首先計算硬度且接著計算穿透性來判定。因此，黏接層30通常具有以公克(g)為單位之5至500、更通常地5至400且最通常地10至300之力的硬度。更具體

而言，使用可購自 Stable Micro Systems 的 TA-XT2 質構儀 (Texture Analyzer) (使用 0.5 吋 (1.27 cm) 直徑之鋼探針) 來判定硬度。將黏接層 30 之具有 12 g 質量的測試樣本在 100°C 下加熱歷時 10 分鐘，且使用如在此項技術中已知之以下測試參數來針對硬度分析該等樣本：2 mm/sec 之測試前及測試後速度，1 mm/s 之測試速度，4 mm 之目標距離，60 秒保持，及 5 g 力的觸發值。於至黏接層 30 中之 4 mm 之距離處量測最大公克力。

黏接層 30 亦可具有小於 -0.6 g.sec 的黏性值 (tack value)。在各種實施例中，黏接層 30 具有 -0.7 至 -300 g.sec 且更通常地 -1 至 -100 g.sec 的黏性值。在一實施例中，黏接層 30 具有約 -27 g.sec 的黏性值。使用可購自 Stable Micro Systems 的 TA-XT2 質構儀 (使用 0.5 吋 (1.27 cm) 直徑之鋼探針) 來判定黏性值。將探針插入至黏接層 30 中達 4 mm 之深度，且接著以 2 mm/sec 的速率將其取出。黏性值計算為在自黏接層 30 取出探針期間的總面積 (力-時間)。黏性值以 g.sec 來表達。

黏接層 30 通常為黏性的，且可為凝膠、膠狀物、液體、膏、樹脂或固體。在一實施例中，黏接層 30 為膜。在另一實施例中，黏接層 30 為凝膠。在又一實施例中，黏接層 30 為液體，該液體經固化 (例如，預固化) 以形成凝膠。或者，黏接層 30 可包括多個區段，其中每一區段包括不同組合物及/或不同形式 (例如，凝膠及液體)，只要區段及整體黏接層 30 具有上文所闡述之適當穿透性及黏性值。用作黏接層 30 之合適凝膠的實例描述於美國專利第 5,145,933 號、

第4,340,709號及第6,020,409號中，該等專利中之每一者以引用的方式明確地併入本文中(關於此等凝膠)。應理解，黏接層30可具有任何形式。通常，黏接層30具有使用Brookfield DV III錐板黏度計根據ASTM D4287在25°C下量測的10至100,000 mPa.s的黏度。黏接層30通常亦具有 7×10^2 至 6×10^5 達因/平方公分的彈性模數(固化下為G')。

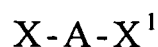
在一實施例中，黏接層30大體上無陷入空氣(氣泡)。術語「大體上無」意謂：黏接層30具有不可見氣泡。在另一實施例中，黏接層30完全無陷入空氣(包括可見氣泡及微觀氣泡兩者)。

黏接層30可由此項技術中已知之任何合適化合物形成。黏接層30可由無機化合物及有機化合物或有機化合物與無機化合物的混合物形成，且/或包括無機化合物及有機化合物或有機化合物與無機化合物的混合物。此等化合物可能需要固化，或可能不需要固化。在一實施例中，黏接層30由包括矽原子之可固化組合物形成。黏接層30可完全由諸如在美國專利第6,020,409號及第6,169,155號中揭示之彼等可固化聚矽氧組合物的可固化聚矽氧組合物形成，該等專利以引用的方式明確地併入本文中(關於此等可固化聚矽氧組合物)。在另一實施例中，黏接層30之可固化組合物包括以下各項中的至少一者：乙烯乙酸乙烯酯共聚物、聚胺基甲酸酯、伸乙基四氟乙烯、聚乙烯基氟化物、聚對苯二甲酸乙二酯，及其組合。或者，黏接層30可由包括組份(A)至(E)中之一或多者的可固化組合物形成。組份(A)可

包括此項技術中已知之任何有機及/或無機化合物，且可包括碳原子及矽原子兩者。通常，組份(A)包括二有機聚矽氧烷。二有機聚矽氧烷可具有高的分子量平均數(M_n)及/或重量平均分子量(M_w)，且可為具有每分子至少兩個反應性基團的聚矽氧膠狀物，該等反應性基團經設計以由下文更詳細描述之組份(B)來固化。或者，二有機聚矽氧烷可為樹脂，或可包括膠狀物及樹脂。二有機聚矽氧烷通常具有一大體上為線性的分子結構。然而，此結構可經部分分支。在一實施例中，二有機聚矽氧烷與上文所定義之有機矽化合物相同。當然，應理解，組份(A)可獨立於有機矽化合物進行選擇。

組份(A)之合適實例包括(但不限於)：二甲基烯基矽烷氧基封端之二甲基聚矽氧烷，甲基烯基矽氧烷與二甲基矽氧烷的二甲基烯基矽烷氧基封端之共聚物，甲基苯基矽氧烷與二甲基矽氧烷的二甲基烯基矽烷氧基封端之共聚物，甲基苯基矽氧烷、甲基烯基矽氧烷與二甲基矽氧烷的二甲基烯基矽烷氧基封端之共聚物，二苯基矽氧烷與二甲基矽氧烷的二甲基烯基矽烷氧基封端的共聚物，二苯基矽氧烷、甲基烯基矽氧烷與二甲基矽氧烷的二甲基烯基矽烷氧基封端的共聚物，及其組合。

或者，組份(A)可包括具有羥基或可水解基團X與X¹的化合物，X與X¹可為相同或不同的。此等基團可能為末端基團或可能並非末端基團，且通常並不經位阻。舉例而言，此化合物可具有以下通式：



其中X及/或X¹可包括以下基團中之任一者，且/或以以下基團中的任一者封端： $-\text{Si}(\text{OH})_3$ 、 $-(\text{R}^a)\text{Si}(\text{OH})_2$ 、 $-(\text{R}^a)_2\text{SiOH}$ 、 $-\text{R}^a\text{Si}(\text{OR}^b)_2$ 、 $-\text{Si}(\text{OR}^b)_3$ 、 $-\text{R}^a_2\text{SiOR}^b$ 或 $-\text{R}^a_2\text{Si}-\text{R}^c-\text{SiR}^d_p(\text{OR}^b)_{3-p}$ ，其中每一R^a可獨立地包括一價烴基，諸如，具有1至8個碳原子的烷基。通常，R^a為甲基。每一R^b及R^d可獨立地為具有至多6個碳原子之烷基，或烷氧基。R^c通常為二價烴基團，其可包括具有至多六個矽原子的一或多個矽氧烷間隔基。通常，p具有值0、1或2。在一實施例中，X及/或X¹包括在濕氣存在情況下可水解的官能基團。

另外，在此式中，(A)通常包括矽氧烷分子鏈。在一實施例中，(A)包括一具有下式之矽氧烷單元的聚二有機-矽氧烷鏈



其中每一R⁶獨立地為諸如具有1至10個碳原子之烴基的有機基團，該有機基團視需要由一或多個諸如氯或氟之鹵素基團取代，且s為0、1或2。更具體而言，R⁶可包括甲基、乙基、丙基、丁基、乙烯基、環己基、苯基、及/或甲苯基、由氯或氟取代之諸如3,3,3三氟丙基的丙基、氯苯基、β-(全氟丁基)乙基或氯環己基，及其組合。通常，基團R⁶中之至少一些為甲基。最通常地，基團R⁶中之全部為甲基。在一實施例中，每分子存在具有上式之至少大約700個單元。

通常，組份(A)具有大於50 mPa.s之黏度。在一實施例

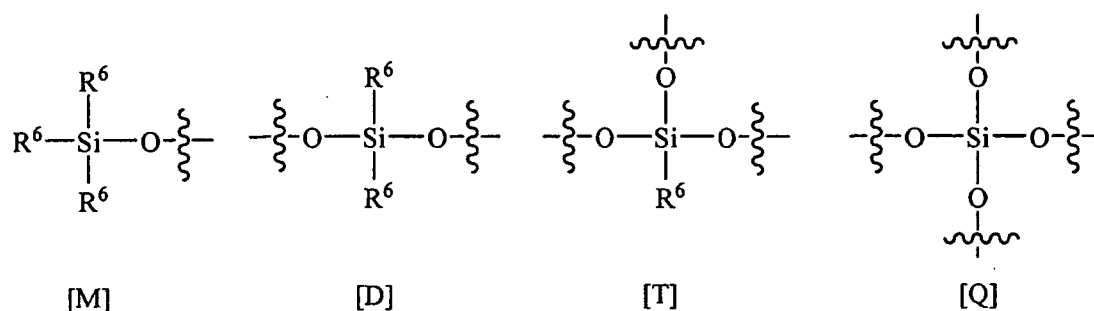
中，組份(A)具有大於1,000,000 mPa.s之黏度。在另一實施例中，組份(A)具有50至1,000,000、更通常地100至250,000且最通常地100至100,000 mPa.s的黏度。前述黏度中之每一者係使用Brookfield DVIII錐板黏度計根據ASTM D4287在25°C下進行量測。組份(A)通常以每100重量份黏接層30之可固化組合物25至99.5重量份的量存在於黏接層30的可固化組合物中。

在一些實施例中，組份(A)具有1500以上之聚合度(dp)，及95至125之威廉姆斯塑性值(如使用ASTM D926測定)。如本文中所使用之塑性值定義為，在體積為2 cm³且高度為大約10 mm之圓柱測試試片於25°C下已經受49牛頓之壓縮負載歷時三分鐘之後試片之以毫米×100為單位的厚度。

現參看組份(B)，此組份通常包括聚矽氧樹脂(M、D、T及/或Q)，或樹脂的混合物。樹脂可能包括或可能不包括可與組份(A)反應的官能基團。組份(B)可在有溶劑或無溶劑的情況下與組份(A)組合。更具體而言，組份(B)可包括有機矽氧烷樹脂，諸如，包括R⁶₃SiO_{1/2}單元及SiO_{4/2}單元之MQ樹脂，包括R⁶SiO_{3/2}單元及R⁶₂SiO_{2/2}單元的TD樹脂，包括R⁶₃SiO_{1/2}單元及R⁶SiO_{3/2}單元的MT樹脂，包括R⁶₃SiO_{1/2}單元、R⁶SiO_{3/2}單元及R⁶₂SiO_{2/2}單元的MTD樹脂，及其組合。在此等式中，R⁶係如上文所描述。

上文使用之符號M、D、T及Q表示聚有機矽氧烷之結構單元的官能性，包括有機矽流體、橡膠(彈性體)及樹脂。根據此項技術中已建立的理解來使用符號。因此，M表示

單官能單元 $R^6_3SiO_{1/2}$ 。D 表示雙官能單元 $R^6_2SiO_{2/2}$ 。T 表示三官能單元 $R^6SiO_{3/2}$ 。Q 表示四官能單元 $SiO_{4/2}$ 。此等單元之通用結構式展示如下：



通常，組份(B)之重量平均分子量為至少 5,000 g/mol，且通常大於 10,000 g/mol。組份(B)通常以每 100 重量份黏接層 30 之可固化組合物 0.5 至 75 重量份的量存在於黏接層 30 的可固化組合物中。

在不意欲受任何特定理論限制的情況下，咸信，前述組份(A)及(B)向黏接層 30 賦予突出之耐 UV 性。此等聚矽氧之使用可減小或消除在模組 20 中包括 UV 添加劑或經銻摻雜之玻璃的需要。此等聚矽氧亦可顯現長期 UV 及可見光之透射性，藉此最大化模組 20 的效率。

現參看組份(C)，此組份通常包括固化催化劑。催化劑可具有此項技術中已知之任何類型，且通常係選自以下各項之群：縮合催化劑、矽氫化催化劑、自由基催化劑、UV 催化劑、熱催化劑，及其組合。此催化劑之選定可減少生產及處理時間 20% 以上，且可完全消除某些生產步驟，藉此為最終使用者產生降低之生產成本及購買成本。

在一實施例中，組份(C)與上文介紹之矽氫化催化劑相

同。在另一實施例中，組份(C)包括一用於矽氧烷之間的基於自由基之反應的過氧化物催化劑，該等矽氧烷包括(但不限於)=Si-CH₃基團與其他=Si-CH₃基團，或=Si-CH₃基團與=Si-烯基(通常為乙烯基)，或=Si-烯基與=Si-烯基。合適過氧化物催化劑可包括(但不限於)2,4-二氯苯醌基過氧化物、苯醌基過氧化物、二異丙苯基過氧化物、第三-丁基過苯甲酸酯、1,1-雙(第三-丁基過氧基)-3,3,5-三甲基環己烷(TMCH)、(2,5-雙(第三-丁基過氧基)-2,5-二甲基己烷)催化劑、1,1-雙(第三-戊基過氧基)環己烷、乙基3,3-雙(第三-戊基過氧基)丁酸、1,1-雙(第三-丁基過氧基)環己烷，及其組合。此等催化劑可作為無雜質化合物或以惰性基質(液體或固體)來利用。

通常，當使用一或多種過氧化物催化劑時，通常基於催化劑之半衰期來判定/控制開始固化所在的溫度。然而，藉由用以形成黏接層30之化合物之不飽和程度來控制可固化化合物及黏接層30之固化速率及最終物理性質。另外，可藉由以下操作來調和反應動力學及物理性質：摻合具有不同聚合度(dp)之線性非反應性封端型聚合物與具有或無乙烯基封端的二甲基甲基乙烯基共聚物。

在又一實施例中，組份(C)包括縮合催化劑，且亦可包括縮合催化劑與一或多種基於矽烷或矽氧烷的交聯劑之組合，該等交聯劑包括與矽鍵結的可水解基團，諸如：醌氧基(例如，乙醌氧基、辛醌氧基及苯醌氧基)、酮肟基(例如，二甲基酮肟及異丁基酮肟基)、烷氧基(例如，甲氧

基、乙氧基及丙氧基)、烯氧基(例如, 異丙烯氧基及1-乙基-2-甲基乙烯氧基), 及其組合。亦預料到, 當黏接層30之可固化組合物包括樹脂聚合物摻合物時, 縮合催化劑可用於組份(C)中, 該等樹脂聚合物摻合物經製備, 使得其形成一在曝露至潮濕氛圍時反應以形成永久網路的薄片材料。或者, 當黏接層30之可固化組合物包括烷氧基官能性聚矽氧聚合物時, 縮合催化劑可用於組份(C)中, 該等烷氧基官能性聚矽氧聚合物能夠與濕氣觸發之聚合物共同反應。

組份(C)可包括此項技術中已知之任何合適縮合催化劑。更具體而言, 縮合催化劑可包括(但不限於)錫、鉛、銻、鐵、鎘、鋇、鋅、鎳、鈷、鎳、鋁、鎳、鎳、鎳, 及其組合。非限制性的尤其合適之縮合催化劑包括烷錫酯化合物(諸如, 二辛酸二丁基錫、二乙酸二丁基錫、二順丁烯二酸二丁基錫、二月桂酸二丁基錫、2-乙基己酸丁基錫), 鐵、鈷、鎳、鉛及鋅之2-乙基己酸鹽, 及其組合。

或者, 縮合催化劑可包括分別具有通式 $Ti[OR]_4$ 或 $Zr[OR]_4$ 的鈦酸鹽及/或鋯酸鹽, 其中每一R可為相同或不同的, 且表示單價、第一、第二或第三脂族烴基團, 該脂族烴基團可為線性或分支的且具有1至10個碳原子。在一實施例中, 縮合催化劑包括一包括部分不飽和基團的鈦酸鹽。在另一實施例中, 縮合催化劑包括鈦酸鹽及/或鋯酸鹽, 其中R包括甲基、乙基、丙基、異丙基、丁基、第三

丁基及/或諸如2,4-二甲基-3-戊基的分支第二烷基，及其組合。通常，當每一R相同時，R為異丙基、分支第二烷基或第三烷基，且詳言之，第三丁基。或者，可使鈦酸鹽螯合。螯合可由諸如烷基乙醯丙酮化合物(諸如，甲基或乙基乙醯丙酮化合物)的任何合適螯合劑來實現。合適之基於鈦及/或鋇之催化劑的實例描述於EP 1254192中，該EP 1254192以引用的方式明確地併入本文中(關於此等催化劑)。通常，縮合催化劑(若利用)以一以黏接層30之總可固化組合物之重量計0.01至3%的量存在。

組份(C)可或者包括陽離子引發劑，在黏接層30之可固化組合物包括環脂族環氧樹脂官能性時，可使用該陽離子引發劑。通常，陽離子引發劑適於熱固化及/或UV固化，且在黏接層30之可固化組合物包括在加熱之後即將產生固化之網路的鏷鎘或鎘鹽時可經使用。在一實施例中，結合自由基引發劑來使用陽離子引發劑。此組合在由諸如上文所描述之彼等引發劑的合適UV-可見光自由基引發劑敏化時可由UV-可見光照射來固化。

現參看組份(D)，此組份包括一可具有線性、部分分支之線性、環狀或類網結構的交聯劑。可獨立於上文所描述之催化劑或結合上文所描述之催化劑來包括該交聯劑。交聯劑可為此項技術中已知的任何交聯劑，且通常包括上文所描述的有機氫矽化合物。當然，應理解，組份(D)可獨立於有機矽化合物進行選擇。

在各種實施例中，交聯劑可具有每分子兩個與矽鍵結之

可水解基團，但通常具有每分子三個或三個以上與矽鍵結的可水解基團。若交聯劑為矽烷，且具有每分子三個與矽鍵結的可水解基團，則交聯劑亦可包括一不可水解之與矽鍵結的有機基團。此等與矽鍵結之有機基團通常為烴基，其視需要由諸如氟及氯之鹵素進行取代。合適基團之實例包括(但不限於)：諸如甲基、乙基、丙基及丁基的烷基，諸如環戊基及環己基的環烷基，諸如乙烯基及烯丙基之烯基，諸如苯基及甲苯基的芳基，諸如2-苯基乙基的芳烷基，及其鹵化衍生物。最通常地，不可水解之與矽鍵結的有機基團為甲基。

在另一實施例中，交聯劑包括一或多種矽烷，該一或多種矽烷包括諸如以下各項的可水解基團：醯氧基(例如，乙醯氧基、辛醯氧基及苯醯氧基)、酮肟基(例如，二甲基酮肟及異丁基酮肟基)、烷氧基(例如，甲氧基、乙氧基及丙氧基)、烯氧基(例如，異丙烯氧基及1-乙基-2-甲基乙烯氧基)，及其組合。此等矽烷可為直鏈、分支或環狀。

如上文所描述，交聯劑可與組份(C)之前述催化劑組合。在一實施例中，交聯劑包括肟矽烷及/或乙醯氧基矽烷，且與諸如以下各項的錫催化劑組合：二羧酸二有機錫、二月桂酸二丁基錫、二乙酸二丁基錫、雙新癸酸二甲基錫，及其組合。在另一實施例中，交聯劑包括與鈦酸鹽及/或鋇酸鹽催化劑組合的烷氧基矽烷，鈦酸鹽及/或鋇酸鹽催化劑諸如：四丁基鈦酸鹽、四異丙基鈦酸鹽、經螯合之鈦酸鹽或鋇酸鹽(諸如二異丙基雙(乙醯基丙酮基)鈦酸

鹽、二異丙基雙(乙基乙醯丙酮基)鈦酸鹽、二異丙氧基雙(乙基乙醯乙酸)鈦)，及其組合。或者，交聯劑可包括一或多種矽烷或矽氧烷，該一或多種矽烷或矽氧烷可包括諸如以下各項的與矽鍵結之可水解基團：醯氧基(例如，乙醯氧基、辛醯氧基及苯醯氧基)、酮肟基(例如，二甲基酮肟及異丁基酮肟基)、烷氧基(例如，甲氧基、乙氧基及丙氧基)及烯氧基(例如，異丙烯氧基及1-乙基-2-甲基乙烯氧基)。在矽氧烷之狀況下，分子結構可為直鏈、分支或環狀。

黏接層30之可固化組合物亦可包括組份(E)。此組份通常包括高官能性改質劑。合適改質劑包括(但不限於)甲基乙烯基環狀有機聚矽氧烷結構(E^{Vi}_x)及諸如 $(M^{Vi}E_x)_4Q$ 結構的分支結構，此等結構描述於EP 1070734中，該EP 1070734以引用的方式明確地併入本文中(關於此等結構)。若包括組份(E)，則組份(E)可以藉由熟習此項技術者判定之量來使用。

除組份(A至E)外，黏接層30之可固化組合物可進一步包括嵌段共聚物，及/或嵌段共聚物與聚矽氧樹脂的混合物。嵌段共聚物可單獨使用，但通常使用上文所描述之催化劑中的一者來固化。嵌段共聚物可包括一熱塑性彈性體，該熱塑性彈性體具有一「硬」區段(亦即，具有大於或等於模組20之操作溫度的玻璃態化點 T_g)及一「軟」區段(亦即，具有小於或等於模組20之操作溫度的玻璃態化點 T_g)。通常，軟區段為有機聚矽氧烷區段。預料到，嵌

段共聚物可為AB、ABA或 $(AB)_n$ 嵌段共聚物。

更具體而言，此等嵌段共聚物可由硬區段聚合物製備，該硬區段聚合物由有機單體或寡聚物或有機單體及/或寡聚物的組合製備，該等有機單體及/或寡聚物包括(但不限於)苯乙烯、甲基丙烯酸甲酯、丙烯酸丁酯、丙烯腈、烯基單體、異氰酸酯單體，及其組合。通常，硬區段聚合物與由一具有至少一矽原子之化合物製備的軟區段聚合物(諸如，有機聚矽氧烷聚合物)組合或反應。前述硬區段及軟區段中之每一者可為線性或分支聚合物網路或其組合。

較佳嵌段共聚物包括聚矽氧-胺基甲酸酯與聚矽氧-脲共聚物。已知描述於美國專利第4,840,796號及第4,686,137號中之聚矽氧-胺基甲酸酯及聚矽氧-脲共聚物形成具有良好機械性質(諸如，在常溫下為彈性體)的材料，該等專利以引用的方式明確地併入本文中(關於此等共聚物)。此等聚矽氧-脲/胺基甲酸酯共聚物之所要性質可藉由改變聚二甲基矽氧烷(PDMS)之含量、所使用之增鏈劑的類型及所使用之異氰酸酯的類型來最佳化。若包括嵌段共聚物，則嵌段共聚物通常以每100重量份黏接層30之可固化組合物1至100重量份的量存在於黏接層30的可固化組合物中。

黏接層30之可固化組合物亦可包括固化抑制劑以改良處置條件及儲存性質。固化抑制劑可為此項技術中已知之任何固化抑制劑，且可包括(但不限於)：甲基-乙炔基環狀乙炔類型化合物，諸如2-甲基-3-丁炔-2-醇、2-苯基-3-丁炔-2-醇、3,5-二甲基-1-己炔-3-醇、1-乙炔基-1-環己醇、1,5-

己二烯、1,6-庚二烯、3,5-二甲基-1-己烯-1-炔、3-乙基-3-丁烯-1-炔及/或3-苯基-3-丁烯-1-炔；烯基矽氧烷寡聚物，諸如1,3-二乙烯基四甲基二矽氧烷、1,3,5,7-四乙烯基四甲基環四矽氧烷或1,3-二乙烯-1,3-二苯基二甲基二矽氧烷；包括乙炔基的聚矽氧化合物，諸如甲基三(3-甲基-1-丁炔-3-氧)矽烷；氮化合物，諸如三丁基胺、四甲基伸乙基二胺、苯并三唑；磷化合物，諸如三苯基磷；硫化合物；氫過氧基化合物；其順丁烯二酸衍生物，及其組合。或者，固化抑制劑可選自揭示於美國專利第6,020,409號及第6,169,155號中之固化抑制劑，該等專利以引用的方式明確地併入本文中(關於固化抑制)。若包括固化抑制劑，則通常以每100重量份組份(A)小於3重量份更通常地0.001至3重量份且最通常地0.01至1重量份的量來包括固化抑制劑。

組份(A至E)中之每一者可預反應(或繫鏈(tether))在一起(在此項技術中亦已知為稠化)。在一實施例中，矽烷醇官能性聚合物繫鏈為矽烷醇官能性樹脂。此繫鏈通常涉及縮合及重組，且可使用鹼或酸催化來進行。繫鏈可藉由包括反應性或非反應性有機矽烷物質來進一步改進。

再者，黏接層30之可固化組合物可包括諸如填充劑、增量填充劑、顏料、黏附促進劑、腐蝕抑制劑、染料、稀釋劑、抗汙添加劑及其組合的添加劑，其可相同於或不同於上文詳細描述的彼等。黏接層30之可固化組合物可藉由此項技術中已知之任何機制(包括(但不限於)上文詳細描述之彼等機制)來固化。

在一實施例中，黏接層30大體上無基於聚矽氧的樹脂。在另一實施例中，黏接層30大體上無熱塑性樹脂。術語「大體上無」表示黏接層30中每一百萬重量份黏接層30之可固化組合物小於1,000更通常地小於500且最通常地小於100重量份之量的基於聚矽氧之樹脂及/或熱塑性樹脂。在又一實施例中，黏接層30並不具有合適物理性質，使得其可被分類為熱熔融組合物，亦即分類為視需要可固化的熱固產物，其本質上強度為高的且在常溫下阻止流動(亦即，高黏度)。

返回參看，第二(最外)層26通常具有每密耳400至800伏特的介電強度。在一實施例中，第二(最外)層26具有每密耳400至500伏特的介電強度。在另一實施例中，第二(最外)層26具有每密耳500至600伏特的介電強度。在又一實施例中，第二(最外)層26具有每密耳600至700伏特的介電強度。在再一實施例中，第二(最外)層26具有每密耳700至800伏特的介電強度。光伏打電池24及第二(最外)層26通常亦具有一根據ASTM D903之每吋1至10磅的黏附強度。

如上文所描述，模組20自身包括第一最外層22、第二(最外)層26及光伏打電池24，其一實例在圖1中進行闡述。在一實施例中，模組20基本上由第一最外層22、光伏打電池24及第二(最外)層26組成。在另一實施例中，模組20基本上由第一最外層22、光伏打電池24、第二(最外)層26及黏接層30組成。在此等前述實施例中之每一者中，模組20並不包括任何額外黏接層、基板或光伏打電池。在又一實

施例中，如圖3及圖10中所展示，模組20包括：第一最外層22、安置於第一最外層22上且與第一最外層22直接接觸的黏接層30、安置於第一最外層22上且與第一最外層22隔開的光伏打電池24，及安置於光伏打電池24上且與光伏打電池24直接接觸的第二(最外)層26。

或者，模組20可由第一最外層22、光伏打電池24、第二(最外)層26及電導線組成，或由第一最外層22、光伏打電池24、第二(最外)層26、黏接層30及電導線組成。亦預料到，模組20可無或包括聚對苯二甲酸乙二酯、聚萘二甲酸乙二酯、聚氟乙烯及/或乙烯乙酸乙烯酯。模組20可完全無除聚矽氧聚合物外的所有聚合物。或者，模組20可無包括聚對苯二甲酸乙二酯、聚萘二甲酸乙二酯、聚氟乙烯及/或乙烯乙酸乙烯酯的任何層。在一實施例中，模組20無Tedlar[®]。

關於本發明之方法，第一最外層22、光伏打電池24、第二(最外)層26、黏接層30及/或支撐層28中的每一者可以任何次序存在於模組20中，只要光伏打電池24安置於第一最外層22上，且第二(最外)層26安置於光伏打電池24上。在一實施例中，如具體地關於本發明之方法且如圖2及圖9中所展示，模組20包括：第一最外層22、安置於第一最外層22上之光伏打電池24、安置於光伏打電池24上的第二(最外)層26，及安置於黏接層26上的支撐層28。在另一實施例中，如具體地關於本方法且如圖4及圖11中所展示，模組20包括：第一最外層22、安置於第一最外層22上且與第

一最外層22直接接觸之黏接層30、安置於第一最外層22上且與第一最外層22隔開的光伏打電池24、安置於光伏打電池24上且與光伏打電池24直接接觸的第二(最外)層26，及安置於第二層26上且與第二層26直接接觸的支撐層28。另外，模組20可包括沿模組20之每一邊緣安置的保護性密封件(在圖中未展示)以覆蓋邊緣。模組20亦可部分或完全封閉於周邊框架內，該周邊框架通常包括鋁及/或塑膠(在圖中亦未展示)。

如圖6A中所展示，本發明亦提供光伏打陣列32。光伏打陣列32包括至少兩個模組20。通常，模組20如上文所描述經電連接以提供合適電壓。光伏打陣列32可具有任何大小及形狀，且可用於任何產業中。更具體而言，在圖6A中，光伏打陣列32包括電連接在一起之具有展示於圖1中之類型的一系列模組20。

本發明亦提供形成模組20的方法。關於該方法，模組20並不限於第二層26為第二「最外」層。方法之模組20可包括：第一最外層22、光伏打電池24及第二(最外)層26。然而，方法之模組20可包括作為第二最外層之支撐層28，而第二層26為內部層且並非最外層。此外，方法中使用之聚矽氧組合物為液態聚矽氧組合物。

方法包括以下步驟：將光伏打電池24安置於第一最外層22上，將液態聚矽氧組合物安置於光伏打電池24上，及由該液態聚矽氧組合物至少部分塗布複數個纖維27以形成第二(最外)層26。該方法亦包括以下步驟：壓縮第一最外層

22、光伏打電池24及第二(最外)層26以形成模組20。

在一實施例中，在將液態聚矽氧組合物安置於光伏打電池24上之步驟之前至少部分塗布複數個纖維27。在此實施例中，按與模組22分離之方式由液態聚矽氧組合物至少部分塗布複數個纖維27，亦即，第二(最外)層26可為預先形成的薄片。在另一實施例中，在將液態聚矽氧組合物安置於光伏打電池24上之步驟之後至少部分塗布複數個纖維27。亦即，液態聚矽氧組合物可安置於光伏打電池24上，且接著可將複數個纖維27安置(例如，置放)於液態聚矽氧組合物中以至少部分塗布纖維27。或者，複數個纖維27可安置於光伏打電池24上，且接著可將液態聚矽氧組合物塗覆至光伏打電池24上的複數個纖維27。另外，可與將液態聚矽氧組合物安置於光伏打電池24上之步驟同時至少部分塗布複數個纖維27。換言之，與將複數個纖維27安置於光伏打電池24上同時且在將複數個纖維27安置於光伏打電池24上的同一空間中，可將複數個纖維27安置於光伏打電池24上。

光伏打電池24可籍由此項技術中已知之任何合適機制來安置(例如，塗覆)，但通常以連續模式使用塗覆器來安置。在一實施例中，光伏打電池24經由化學氣相沈積或物理濺鍍安置於第一最外層22上。將光伏打電池24安置於第一最外層22上之其他合適機制包括向光伏打電池24施加一力以使光伏打電池24與第一最外層22更完全地接觸。

參看將液態聚矽氧組合物安置於光伏打電池24上的步

驟，此步驟亦可包括此項技術中已知之任何合適塗覆方法，該塗覆方法包括(但不限於)噴霧塗布、流動塗布、簾幕塗布、浸漬塗布、擠壓塗布、刮刀塗布、篩網塗布(screen coating)、層壓、熔融、澆鑄、刷塗，及其組合。

如上文首先介紹，方法亦包括由液態聚矽氧組合物至少部分塗布複數個纖維27的步驟。進行至少部分塗布之步驟可藉由此項技術中已知之任何手段實現，該手段包括(但不限於)噴霧塗布、流動塗布、簾幕塗布、浸漬塗布、擠壓塗布、刮刀塗布、篩網塗布、層壓、熔融、澆鑄、刷塗，及其組合。在一實施例中，藉由將複數個纖維27置放於一定量的液態聚矽氧組合物中而至少部分塗布複數個纖維27。在又一實施例中，複數個纖維27可作為模組20的部分經至少部分塗布。

在另一實施例中，聚矽氧組合物作為包括第一部分及第二部分之多部分系統供應給使用者。恰在至少部分塗布複數個纖維27之前及/或恰在將液態聚矽氧組合物安置於光伏電池24上之前可混合第一部分與第二部分。在又一實施例中，方法進一步包括以下步驟：部分固化(例如，「預固化」)液態聚矽氧組合物及/或可固化組合物，以分別形成第二(最外)層26及/或黏接層30。另外，方法可包括以下步驟：固化液態聚矽氧組合物及/或可固化組合物，以分別形成第二(最外)層26及/或黏接層30。另外，至少部分塗布複數個纖維27之步驟可進一步定義為囊封複數個纖維27的全部或一部分。在一實施例中，至少部分塗布複數個纖

維27之步驟可進一步定義為囊封光伏打電池24的至少一部分。

在額外實施例中，方法可包括以下步驟：由電漿來處理第一最外層22、光伏打電池24、黏接層26、支撐層28及/或黏接層30，如美國專利第6,793,759號(以引用的方式併入本文中)中所描述。

現參看壓縮步驟，應理解，即使在壓縮步驟之後，光伏打電池24及第一最外層22仍並不需要係直接接觸。壓縮步驟可進一步定義為向光伏打電池24及第一最外層22施加真空。或者，機械重量(mechanical weight)、壓力或滾輪(例如，壓輪)可用於壓縮。越過第二(最外)層26橫向延伸至模組20之周邊36的複數個纖維27在壓縮步驟期間阻止液態聚矽氧組合物自模組20洩漏。

另外，壓縮步驟可進一步定義為層壓。再者，方法可包括向模組20施加熱的步驟。可結合任何其他步驟施加熱，或可以不連續步驟施加熱。整個方法可為連續或分批的，或可包括連續步驟與分批步驟的組合。

實例

模組之形成

根據本發明之方法形成兩個模組(模組A及B)。此外，亦(但並非根據本發明之方法)形成四個比較性模組(比較性模組A至D)。在模組A及B中，複數個纖維越過第二層橫向延伸至在模組的兩個末端上的模組周邊。

更具體而言，模組A包括：

156 mm×156 mm×3.2 mm之第一最外層(玻璃)，其具有當使用 ASTM E424-71藉由 UV/Vis分光光度測定法測定之至少70%的透光率；

安置於第一最外層上之156 mm×156 mm×200 μm的光伏打電池；

5密耳之第二層，其在光伏打電池上且越過光伏打電池而均勻安置，且包括織物(非編織玻璃纖維)作為由第一液態聚矽氧組合物至少部分塗布的複數個纖維；及

安置於第二層上之156 mm×156 mm×125 μm的支撐層(Tedlar®)。

模組B包括：

156 mm×156 mm×3.2 mm之第一最外層(玻璃)，其具有當使用 ASTM E424-71藉由 UV/Vis分光光度測定法測定之至少70%的透光率；

安置於第一最外層上之156 mm×156 mm×200 μm的接觸光伏打電池；及

15密耳之第二層，其在光伏打電池上且越過光伏打電池而均勻安置，且包括織物(非編織聚酯)作為由第二液態聚矽氧組合物至少部分塗布的複數個纖維。模組B並不包括支撐層。

比較性模組A包括：

156 mm×156 mm×3.2 mm之第一最外層(玻璃)，其具有當使用 ASTM E424-71藉由 UV/Vis分光光度測定法測定之至少70%的透光率；

安置於第一最外層上之156 mm×156 mm×200 μm的光伏打電池；

15密耳之第二層，其在光伏打電池上且越過光伏打電池而均勻安置，且包括模組1之液態聚矽氧組合物；及

安置於黏接層上之156 mm×156 mm×125 μm的支撐層(Tedlar®)。比較性模組A並不包括複數個纖維。

比較性模組B包括：

156 mm×156 mm×3.2 mm之第一最外層(玻璃)，其具有當使用ASTM E424-71藉由UV/Vis分光光度測定法測定之至少70%的透光率；

安置於第一最外層上之156 mm×156 mm×200 μm的光伏打電池；及

15密耳之第二層，其在光伏打電池上且越過光伏打電池而均勻安置，且包括模組B之液態聚矽氧組合物。比較性模組B並不包括複數個纖維或支撐層。

比較性模組C包括：

156 mm×156 mm×3.2 mm之第一最外層(玻璃)，其具有當使用ASTM E424-71藉由UV/Vis分光光度測定法測定之至少70%的透光率；

安置於第一最外層上之156 mm×156 mm×200 μm的接觸光伏打電池；

15密耳之第二層，其在光伏打電池上且越過光伏打電池而均勻安置，且包括織物(非編織玻璃纖維)作為由乙烯乙酸乙烯酯聚合物至少部分塗布的複數個纖維；及

安置於黏接層上之156 mm×156 mm×125 μm的支撐層(Tedlar®)。比較性模組C並不包括聚矽氧。

比較性模組D包括：

156 mm×156 mm×3.2 mm之第一最外層(玻璃)，其具有當使用ASTM E424-71藉由UV/Vis分光光度測定法測定之至少70%的透光率；

安置於第一最外層上之156 mm×156 mm×200 μm的光伏打電池；及

15密耳之第二層，其在光伏打電池上且越過光伏打電池而均勻安置，且包括織物(非編織聚酯)作為由乙烯乙酸乙烯酯聚合物至少部分塗布的複數個纖維。比較性模組D並不包括聚矽氧或支撐層。

玻璃可以商品名Solatex® 2000購自AFG Industries, Inc. 非編織玻璃纖維可購自Crane Nonwovens, Dalton, MA。非編織聚酯亦可購自Crane Nonwovens, Dalton, MA。光伏打電池可購自Trina Solar及BP Solar。Tedlar®可購自DuPont。乙烯乙酸乙烯酯聚合物亦可購自DuPont。第一及第二液態聚矽氧組合物在以下表1中進行闡述，其中除非另外指示，否則所有份以重量份計。在形成之後，模組1及2及比較性模組1至4經視覺評估以判定第二層中空隙空間的存在。此等評估之結果亦在以下表1中進行闡述。

表 1

調配物	模組 A	模組 B	比較性 模組 A	比較性 模組 B	比較性 模組 C	比較性 模組 D
第一/第二 聚矽氧組合物	是	是	是	是	---	---
聚合物1	88.31	47.10	88.31	47.10	---	---
聚合物2	8.96	4.61	8.96	4.61	---	---
聚合物3	0.60	0.74	0.60	0.74	---	...
黏附促進劑1	1.01	0.98	1.01	0.98	---	---
黏附促進劑2	1.01	0.98	1.01	0.98	---	---
催化劑	0.06	0.25	0.06	0.25	---	---
固化抑制劑	0.06	0.01	0.06	0.01	---	---
填充劑	---	45.33	---	45.33	---	---
總計	~100	~100	~100	~100	---	---
SiH : SiVi比	0.95	1.05	0.95	1.05	---	---
聚合物2與 聚合物3的 重量比	15.00	6.27	15.00	6.27	---	---
來自催化劑 之鉑的量 (ppm)	5.05	12.76	5.05	12.76	---	---
乙烯乙酸 乙烯酯 (EVA) 聚合物	---	---	---	---	是	是
非編織 玻璃纖維	是	---	---	---	是	---
非編織聚酯	---	是	---	---	---	是
Tedlar [®]	是	---	是	---	是	---
聚矽氧/EVA 之厚度 (密耳)	5	15	15	15	9	15
空隙空間	否	否	否	是	否	否

聚合物1為乙烯基二甲基矽烷基封端型聚二甲基矽氧烷，其具有25℃下450 mPa.s之黏度且包括0.46重量百分比的Si-乙烯基鍵。

聚合物2為二甲基氫矽烷基封端之聚二甲基矽氧烷，其

具有 10 mPa.s 之黏度及 0.16 重量百分比的 Si-H 鍵。

聚合物 3 為三甲基矽烷基封端之聚二甲基矽氧烷-甲基氫矽氧烷之共聚物，其具有 5 mPa.s 之黏度且包括 0.76 重量百分比的 Si-H 鍵。

黏附促進劑 1 為經三甲基矽烷基及二甲基乙烯基矽烷基處理之二氧化矽與有機官能性矽烷的反應產物，且具有 25 mPa.s 之黏度。

黏附促進劑 2 為經三甲基矽烷基及二甲基乙烯基矽烷基處理之二氧化矽與環氧官能性矽烷的反應產物，且具有 25 mPa.s 之黏度。

催化劑為包括 1,3-二乙烯基-1,1,3,3-四甲基二矽氧烷之鉑錯合物的鉑催化劑。

固化抑制劑為甲基乙烯基環矽氧烷，其具有 3 mPa.s 之黏度、具為 4 之平均 DP、344 g/mol 之平均重量平均分子量及 31.4 重量百分比的 Si-乙烯基鍵。

填充劑為具有 5 μm 之平均粒徑的石英填充劑。

如在以上表 1 中所闡述，如經由模組 A 之黏接層中之聚矽氧的減小厚度所證明，本發明之模組 A 及 B 可由較少材料（亦即，較少聚矽氧）形成。此減少生產時間、成本及複雜性。模組 A 及 B 亦不包括空隙空間。此增加模組之結構強度及穩定性。如上文所描述，模組 A 及 B 藉由本發明之方法形成，其中複數個纖維越過第二層橫向延伸至在模組之兩個末端上的模組周邊，以在壓縮步驟期間阻止液態聚矽氧組合物自模組的洩漏。

額外層之形成

額外層(層A至E)亦經形成並經評估以判定介電強度(伏特/密耳)及校正介電強度(伏特/密耳)。除任何第一最外層及任何光伏打電池外，形成並評估層A至E。層A包括僅乙烯乙酸乙烯酯，不包括複數個纖維，且並不表示本發明的黏接層。層B包括僅聚矽氧組合物，不包括複數個纖維，且不表示本發明的第二(最外)層。層C表示本發明之一可能第二(最外)層，包括層B之聚矽氧組合物，且包括由聚矽氧組合物至少部分塗布的複數個聚酯纖維。更具體而言，層C包括為4密耳厚之非編織聚酯纖維層。層D表示本發明之另一可能第二(最外)層，包括層B之聚矽氧組合物，且包括由聚矽氧組合物至少部分塗布的複數個玻璃纖維。更具體而言，層D包括為4密耳厚之非編織玻璃纖維層。層E表示本發明之又一可能第二(最外)層，包括層B之聚矽氧組合物，且包括由聚矽氧組合物至少部分塗布的複數個玻璃纖維。更具體而言，層E包括分別為4密耳及5密耳厚的兩個非編織玻璃纖維層。層A至E以及介電強度及校正介電強度之評估結果在以下表2中進行闡述。

表 2

	層A	層B	層C	層D	層E
聚矽氧組合物	否	是	是	是	是
聚合物1	---	90.81	90.81	90.81	90.81
聚合物2	---	8.5	8.5	8.5	8.5
聚合物3	---	0.57	0.57	0.57	0.57
催化劑	---	0.06	0.06	0.06	0.06
固化抑制劑	---	0.06	0.06	0.06	0.06
總計	---	100	100	100	100
SiH與SiVi之比	---	1.1	1.1	1.1	1.1

Pt含量(ppm)	---	4.9	4.9	4.9	4.9
乙烯乙酸乙烯酯(EVA)聚合物	是	否	否	否	否
非編織玻璃纖維(4密耳)	否	否	否	是	是(2個層，4+5密耳)
非編織聚酯(4密耳)	否	否	是	否	否
聚矽氧+(非編織或EVA)的厚度(密耳)	17	21	19	19	20
介電強度(伏特/密耳)	907	720	752	737	790
校正介電強度(17密耳)(伏特/密耳)	907	795	無資料	無資料	無資料

在表2中，聚合物1至3、催化劑及固化抑制劑與在表1中闡述之彼等相同。上文闡述之資料表明，與並非本發明之層的比較性層相比較，本發明之層亦執行良好或更好。資料亦表明，本發明之複數個纖維及聚矽氧組合物因為以下各項而慮及光伏打電池模組之具成本效應且可重複的生產：聚矽氧組合物之可控擴散、經由在壓縮步驟期間阻止聚矽氧組合物自模組洩漏致使所使用之聚矽氧組合物量之最小化、最小化之浪費，及模組厚度及大小的增加一致性。複數個纖維及聚矽氧組合物亦慮及無支撐層的模組的形成，藉此減少形成該模組所需要的成本、生產複雜性及時間。

矽氫化可固化聚矽氧組合物的形成：

如以下表3中所闡述，根據本發明亦形成一系列矽氫化可固化聚矽氧組合物(組合物1至10)。在形成之後，組合物1至10於約125°C下進行加熱歷時15至20分鐘的時間以固化

並形成表示本發明之第二(最外)層之各種實施例的相應層(層1至10)的三個群。如以下進一步描述，針對各種物理性質對層1至10進行評估。

表 3

	組合物1	組合物2	組合物3	組合物4
分支有機矽化合物	---	---	---	3.93
線性有機矽化合物1	90.8	35.1	43.15	---
線性有機矽化合物2	---	---	---	92.35
線性有機矽化合物3	---	---	5.68	---
有機氫矽化合物1 (增鏈劑)	8.5	---	4.9	---
有機氫矽化合物2 (交聯劑)	0.57	1.44	0.61	3.62
抑制劑	0.07	0.19	0.025	0.03
催化劑1	---	0.09	---	---
催化劑2	0.06	---	0.065	0.07
填充劑	---	55.38	44.55	---
顏料	---	7.57	---	---
黏附促進劑1	---	---	1.01	---
黏附促進劑2	---	0.226	---	---
總計Wt%	100.00	100.00	99.99	100.00
SiH/SiVi比	1.1	1.12	1.04	1.49
增鏈劑與交聯劑之比	15	N/A	8	N/A
Pt濃度(ppm)	4.9	5.4	5.7	6.0

表 3(續)

	組合物5	組合物6	組合物7	組合物8
分支有機矽化合物	6.74	9.33	13.19	9.29
線性有機矽化合物1	---	---	---	---
線性有機矽化合物2	88.01	84.03	78.18	74.09
線性有機矽化合物3	---	---	---	10.01
有機氫矽化合物1 (增鏈劑)	---	---	---	---
有機氫矽化合物2 (交聯劑)	5.16	6.54	8.53	6.51
抑制劑	0.03	0.04	0.03	0.03
催化劑1	---	---	---	---
催化劑2	0.07	0.07	0.07	0.07
填充劑	---	---	---	---

顏料	---	---	---	---
黏附促進劑1	---	---	---	---
黏附促進劑2	---	---	---	---
總計Wt%	100.01	100.01	100.00	100.00
SiH/SiVi比	1.51	1.51	1.50	1.53
增鏈劑與交聯劑之比	N/A	N/A	N/A	N/A
Pt濃度(ppm)	6.0	5.8	6.0	5.7

表 3(續)

	組合物9	組合物10
分支有機矽化合物	4.68	4.67
線性有機矽化合物1	---	---
線性有機矽化合物2	42.11	37.22
線性有機矽化合物3	---	5.03
有機氫矽化合物1(增鏈劑)	---	---
有機氫矽化合物2(交聯劑)	3.32	3.32
抑制劑	0.01	0.03
催化劑1	---	---
催化劑2	0.07	0.06
填充劑	49.81	49.67
顏料	---	---
黏附促進劑1	---	---
黏附促進劑2	---	---
總計Wt%	100.00	100.00
SiH/SiVi比	1.54	1.54
增鏈劑與交聯劑之比	N/A	N/A
Pt濃度(ppm)	5.72	5.72

分支有機矽化合物為聚二甲基矽氧烷，其包括每分子兩個末端不飽和(亦即，乙烯基)部分及每分子至少一側掛不飽和(亦即，乙烯基)部分，具有約620之平均聚合度、約46,000 g/mol之重量平均分子量、根據ASTM D4287測定之25°C下約15,000 cps的黏度，及約7.7%的重量百分比之乙烯基。

線性有機矽化合物1為聚二甲基矽氧烷，其包括每分子兩個末端不飽和(亦即，乙烯基)部分，具有約297之平均聚合度、約22,000 g/mol之重量平均分子量、根據ASTM

D4287測定之25°C下約2,100 cps的黏度，及約0.21%的重量百分比之乙烯基。

線性有機矽化合物2為聚二甲基矽氧烷，其包括每分子兩個末端不飽和(亦即，乙烯基)部分，具有約155之平均聚合度、約11,500 g/mol之重量平均分子量、根據ASTM D4287測定之25°C下約450 cps的黏度，及約0.46%的重量百分比之乙烯基。

線性有機矽化合物3為聚二甲基矽氧烷，其包括每分子兩個末端不飽和(亦即，乙烯基)部分，具有約837之平均聚合度、約62,000 g/mol之重量平均分子量、根據ASTM D4287測定之25°C下約55,000 cps的黏度，及約0.088%的重量百分比之乙烯基。

有機氫矽化合物1為二甲基氫封端之二甲基矽氧烷增鏈劑，具有約12之平均聚合度、約894 g/mol之重量平均分子量、根據ASTM D4287測定之25°C下約10厘托的黏度，及約0.16%的重量百分比之Si-H基團。

有機氫矽化合物2為交聯劑，該交聯劑為經三甲基矽烷氧基封端之二甲基、甲基氫矽氧烷。此交聯劑具有約10之平均聚合度、約684 g/mol之重量平均分子量、根據ASTM D4287測定之25°C下約5厘托的黏度，及約0.76%之重量百分比的Si-H基團。

抑制劑為甲基乙烯基環矽氧烷，其具有約4之平均聚合度、約344 g/mol之重量平均分子量、根據ASTM D4287測定之25°C下約3 cps的黏度，及約31.4%之重量百分比的乙

烯基。

催化劑1為聚矽氧流體中之1,3-二乙烯基-1,1,3,3-四甲基二矽氧烷與鉑的錯合物，其具有約1.97%之重量百分比的乙烯基。

催化劑2為聚矽氧流體中之1,3-二乙烯基-1,1,3,3-四甲基二矽氧烷與鉑的錯合物，其具有約0.86%之重量百分比的乙烯基。

填充劑為具有5 μm 之平均粒徑的石英填充劑，中值粒徑為1.8 μm ，且97%以上之填充劑具有5 μm 的平均粒徑。

顏料包括乙炔黑、ZnO及聚矽氧流體。

黏附促進劑1為甲基丙烯醯氧基丙基三甲氧基矽烷。

黏附促進劑2為經三甲基矽烷基及二甲基乙烯基矽烷基處理之二氧化矽與環氧官能性矽烷的反應產物，且具有根據ASTM D4287測定之25 mPa.s的黏度。

層自矽氫化可固化聚矽氧組合物的形成：

返回參看上文首先介紹之層1至10，層1至10形成為三個群。在第一群中，在無任何複數個纖維之情況下形成層1至10。在第二群中，層1至10經形成且至少部分塗布有15密耳厚的非編織玻璃纖維之薄片。在第三群中，層1至10經形成且至少部分塗布有15密耳厚的非編織聚酯纖維之薄片。在形成之後，來自三個群中之每一者的層1至10之各種樣本經評估以測定黏度、硬度、抗張強度、伸長率、切斷強度、介電強度、擊穿電壓及體積電阻率。評估之結果下文在表4中進行闡述。

表 4

	層1	層2	層3	層4
混合黏度(cps)	343	3750	5200	1566
肖氏00硬度	35	75	73	---
肖氏A硬度	---	---	---	21
抗張強度(lb/in ²)	未測試	未測試	296	154
%伸長率	未測試	未測試	166	161
切斷強度-無複數個纖維的情況下	失敗	失敗	失敗	失敗
切斷強度-包括15密耳之玻璃纖維	通過* +	通過+	通過+	失敗
切斷強度-包括15密耳之聚酯	未測試	通過+	通過+	通過+
介電強度(伏特/密耳)				
無複數個纖維	720	未測試	未測試	未測試
層厚度(密耳)	21	未測試	未測試	未測試
介電強度(伏特/密耳)				
包括9密耳之玻璃纖維	790	未測試	未測試	未測試
層厚度(密耳)	20	未測試	未測試	未測試
擊穿電壓(kV)				
無複數個纖維	21密耳下為15.1	未測試	未測試	未測試
包括15密耳之玻璃纖維	20密耳下為15.8	未測試	未測試	未測試
體積電阻率(歐姆-公分)				
無複數個纖維	未測試	未測試	未測試	未測試
包括15密耳之玻璃纖維	未測試	未測試	未測試	未測試

*指示在7密耳Tedlar背板塗覆至層1時的通路。

表 4(續)

	層5	層6	層7	層8
混合黏度(cps)	1801	1768	1706	3006
肖氏00硬度	---	---	---	---
肖氏A硬度	23	27	32	28
抗張強度(lb/in ²)	282	345	426	459
%伸長率	181	155	118	203
切斷強度-無複數個纖維的情況下	失敗	失敗	失敗	失敗
切斷強度-包括15密耳之玻璃纖維	通過+	通過+	通過++	通過++
切斷強度-包括15密耳之聚酯	通過+	通過+	通過++	通過+
介電強度(伏特/密耳)				
無複數個纖維	未測試	705	未測試	未測試

層厚度(密耳)	未測試	23	未測試	未測試
介電強度(伏特/密耳)				
包括15密耳之玻璃纖維	未測試	643	未測試	802
層厚度(密耳)	未測試	24	未測試	18
擊穿電壓(kV)				
無複數個纖維	未測試	23密耳下為 16.2	未測試	未測試
包括15密耳之玻璃纖維	未測試	24密耳下為 15.4	未測試	18密耳下為 14.4
體積電阻率(歐姆-公分)				
無複數個纖維	未測試	1.23E+15	未測試	1.38E+15
包括15密耳之玻璃纖維	未測試	1.50E+14	未測試	3.94E+14

表 4(續)

	層 9	層 10
混合黏度(cps)	9700	13,400
肖氏00硬度	---	---
肖氏A硬度	70	66
抗張強度(lb/in ²)	733	708
%伸長率	72	110
切斷強度-無複數個纖維的情況下	通過	通過
切斷強度-包括15密耳之玻璃纖維	通過+++	通過+++
切斷強度-包括15密耳之聚酯	通過+++	通過+++
介電強度(伏特/密耳)		
無複數個纖維	781	853
層厚度(密耳)	25	20
介電強度(伏特/密耳)		
包括15密耳之玻璃纖維	753	855
層厚度(密耳)	28	24
擊穿電壓(kV)		
無複數個纖維	25密耳下為19.7	20密耳下為17.4
包括15密耳之玻璃纖維	28密耳為21	24密耳下為21
體積電阻率(歐姆-公分)		
無複數個纖維	1.82E+15	2.81E+15
包括15密耳之玻璃纖維	2.45E+15	1.81E+15

(+)表示層之定性視覺評估，其指示在切斷測試之後無孔洞或孔眼存在。

(++)表示層之優於上文(+)的定性視覺評估，且指示在層之與曝露至切斷測試之側面相反的側面上不存在可見突出標記。

(+++表示層之優於上文(+)及(++)的定性視覺評估，且指示在層之曝露至切斷測試之側面上存在極小的標記可見性。

混合黏度為根據 ASTM D4287 判定之 25°C 下的所判定黏度。

肖氏 00 硬度係使用 ASTM D 2240 來判定。

肖氏 A 硬度係使用 ASTM D 2240 來判定。

抗張強度 (lb/in^2) 係使用 ASTM D-412 來判定

%伸長率係使用 ASTM D-412 來判定。

切斷強度係使用切斷測試來判定。使用 UL-1703 及 IEC 61730-2 執行切斷測試。除下文更詳細描述之濕式洩漏測試之通過外，還基於在層中無孔洞或孔眼的視覺評估而做出「通過」之判定。類似地，基於在層中存在一或多個孔洞或孔眼之視覺評估及/或濕式洩漏測試之失敗而做出「失敗」的判定。

介電強度(伏特/密耳)係使用 ASTM D149 來判定

擊穿電壓(kV)(此項技術中亦已知為「貫穿電壓」)計算為介電強度(伏特/密耳) $\times$ 樣本厚度(密耳)。

體積電阻率(歐姆-公分)係使用 ASTM D 257 來判定

上文所闡述之資料表明，本發明之矽氮化可固化聚矽氧組合物通常可用以在無 Tedlar 背板之情況下有效地形成模組，藉此減少形成光伏打模組所需要的成本、生產複雜性及時間。資料亦表明，使用其餘線性有機矽化合物及分支有機矽化合物亦可使模組加強，且可減小利用昂貴之填充劑及纖維的需要。此外，資料表明，線性及分支有機矽化合物與填充劑及/或纖維的一起使用可為模組提供額外強度以用於專業應用中。

模組之形成：

組合物1、3、6、8及10亦用以形成一系列模組(模組1、3、6、8及10)。模組1、3、6、8及10各自自頂部至底部按下表5中之內容而形成：

表 5

模組1、3、6、8、10 的結構	識別	尺寸
第一最外層(22)	玻璃，其具有如使用ASTM E424-71藉由UV/Vis分光光度測定法測定之至少70%的透光率	204 mm×204 mm×125 密耳
黏接層(30)	*聚矽氧	204 mm×204 mm×15 密耳
光伏電池(24)	可購自Aleo Solar AG的多晶電池(Multicrystalline Cell)	156 mm×156 mm×200 μm
第二最外層(26)	組合物1、3、6、8或10+15密耳非編織玻璃纖維薄片	204 mm×204 mm×20 密耳
背板-僅模組1	Tedlar®	204 mm×204 mm×7 密耳

*聚矽氧進一步定義為「前側」囊封劑，且包括：52.77重量份之線性有機矽化合物2、10.75重量份之線性有機矽化合物3、32.39公克之三甲基矽烷氧基封端之二甲基矽氧烷(具有根據ASTM D4287判定之25℃下約100厘托之黏度)、3.77重量份之有機氫矽化合物1、0.24重量份之有機氫矽化合物2、0.01重量份的抑制劑，及0.07重量份之催化劑2。前側囊封劑亦具有根據ASTM D4287判定之25℃下約668 cps的經混合之初始黏度。

比較性模組亦自頂部至底部按下表6中之內容而形成：

表 6

比較性模組之結構	識別	尺寸
第一最外層(22)	玻璃，其具有如使用ASTM E424-71藉由UV/Vis分光光度測定法測定之至少70%的透光率	204 mm×204 mm×125 密耳
乙烯乙酸乙烯酯聚合物	---	204 mm×204 mm×17 密耳
光伏打電池(24)	可購自Aleo Solar AG的多晶電池	156 mm×156 mm×200 μ n
乙烯乙酸乙烯酯聚合物	---	204 mm×204 mm×17 密耳
Tedlar®	---	204 mm×204 mm×7 密耳

模組 1、3、6、8及10及比較性模組之玻璃可以商品名 Solatex® 2000購自 AFG Industries, Inc. 模組 1、3、6、8及10之玻璃纖維可購自 Crane Nonwovens, Dalton, of MA。模組 1、3、6、8及10及比較性模組之光伏打電池可購自 Trina Solar及BP Solar。模組 1及比較性模組之 Tedlar®可購自 DuPont。比較性模組之乙烯乙酸乙烯酯聚合物亦可購自 DuPont。

模組之濕熱電阻率測試：

在形成之後，模組 1、3、6、8及10及比較性模組中之每一者的樣本按 IEC 61215 第 10.13 部分「1000 小時濕熱測試」進行評估，以判定在曝露至處於大約 85°C 且 85% 相對濕度(85/85)之環境歷時可變之時間段之後濕熱對電阻率的影響(MO Ω m)。一旦完成，就根據 IEC 61215 第 10.15 部分執行濕式洩漏測試。更具體而言，模組 1、3、6、8及10及比較性模組中之每一者的樣本在經受如上文所描述之切斷測試之前及之後兩者曝露至 85/85 環境。隨後，接著評估樣本以判定電阻率。

模組 1、3、6、8及10及比較性模組中之每一者的第一集合置放於85/85環境中歷時大約1152小時，接著隨後經受切斷測試。在切斷測試之後，模組之第一集合浸沒於22.8℃水中歷時2分鐘，且經評估以按濕式洩漏測試判定電阻率，如下文在表7中所闡述。

在2分鐘之浸沒之後，模組之同一第一集合保持浸沒歷時額外2分鐘(總計4分鐘的浸沒)。在總計4分鐘之浸沒之後，模組之第一集合再次經評估以判定電阻率，亦如下文在表7中所闡述。

在下文於表7至表10中概述之以下測試中的每一者中，若在經浸沒歷時變化之時間且經受切斷測試之後平均電阻率大於400 MOhm，則模組1、3、6、8及10及比較性模組被認為是「通過」。換言之，若2及4分鐘資料之平均值大於400 MOhm，則模組「通過」。若小於400 MOhm，則模組「失敗」。

表 7

	MOhm 2分鐘 第一集合 (1152小時)	MOhm 4分鐘 第一集合 (1152小時)	2及4分鐘資料 之平均值 第一集合 (1152小時)	通過/失敗
第一集合模組1	1000	1000	1000	通過
第一集合模組3	1000	1000	1000	通過
第一集合模組6	1000	782	891	通過
第一集合模組8	1000	871	935	通過
第一集合模組10	1000	1000	1000	通過
第一集合比較性模組	1000	1000	1000	通過

另外，在上文所描述之歷時2及4分鐘的浸沒之後，模組之第一集合置放回至85/85環境中歷時約1635小時的額外

時間，使得模組之第一集合之曝露的總時間為大約2787小時。在曝露至85/85環境之後，模組之第一集合浸沒於22.8℃水中歷時2分鐘，且經評估以判定電阻率，如下文在表8中所闡述。

在2分鐘浸沒之後，模組之同一第一集合(在曝露至85/85環境歷時總計大約2787小時之後)保持浸沒歷時額外2分鐘(總計4分鐘之浸沒)。在總計4分鐘之浸沒之後，模組之第一集合再次經評估以判定電阻率，亦如下文在表8中所闡述。

表 8

	MOhm 2分鐘 第一集合 (2787小時)	MOhm 4分鐘 第一集合 (2787小時)	2及4分鐘資料 之平均值 第一集合 (2787小時)	通過/失敗
第一集合模組1	73	63	68*	失敗**
第一集合模組3	1000	1000	1000	通過
第一集合模組6	767	502	634	通過
第一集合模組8	936	463	699	通過
第一集合模組10	1000	1000	1000	通過
第一集合比較性模組	1000	1000	1000	通過

*指示在2,376小時之至85/85環境之曝露下測試之模組1的第一集合失敗，此係由於需要大於400 MOhm之量測來通過。

**指示在1,968小時時，樣本以831 MOhm平均值通過。

模組1、3、6、8及10及比較性模組中之每一者的第二集合亦經製備，且接著隨後經受切斷測試。在切斷測試之後，模組之第二集合置放於85/85環境中歷時大約1152小時。隨後，模組之第二集合浸沒於22.8℃水中歷時2分鐘，且經評估以判定電阻率，如下文在表9中所闡述。

在2分鐘之浸沒之後，模組之同一第二集合保持浸沒歷時額外2分鐘(總計4分鐘的浸沒)。在總計4分鐘之浸沒之後，模組之第二集合再次經評估以判定電阻率，亦如下文在表9中所闡述。

表 9

	MOhm 2分鐘 第二集合 (1152小時)	MOhm 4分鐘 第二集合 (1152小時)	2及4分鐘資料 之平均值 第二集合 (1152小時)	通過/失敗
第二集合模組1	991	968	980	通過
第二模組3	1000	1000	1000	通過
第二模組6	470	378	424	通過
第二模組8	1000	609	804	通過
第二模組10	1000	1000	1000	通過
第二比較性模組	1000	1000	1000	通過

另外，在上文所描述之歷時2及4分鐘的浸沒之後，模組之第二集合置放回至85/85環境中歷時約1536小時的額外時間，使得模組之第一集合之曝露的總時間為大約2688小時。在曝露至85/85環境之後，模組之第二集合浸沒於22.8℃水中歷時2分鐘，且經評估以判定電阻率，如下文在表10中所闡述。

在2分鐘浸沒之後，模組之同一第二集合(在曝露至85/85環境歷時總計大約2688小時之後)保持浸沒歷時額外2分鐘(總計4分鐘之浸沒)。在總計4分鐘之浸沒之後，模組之第二集合再次經評估以判定電阻率，亦如下文在表10中所闡述。

表 10

	MOhm 2分鐘 第二集合 (2688小時)	MOhm 4分鐘 第二集合 (2688小時)	2及4分鐘資料 之平均值 第二集合 (2688小時)	通過/失敗
第二集合模組1	35	30	32*	失敗**
第二模組3	1000	1000	1000	通過
第二模組6	726	370	548	通過
第二模組8	586	426	506	通過
第二模組10	1000	1000	1000	通過
第二比較性模組	945	1000	973	通過

*指示在2,376小時之至85/85環境之曝露下測試之模組1的第二集合失敗，此係由於需要大於400 MOhm之量測來通過。

**指示在1,968小時時，樣本以649 MOhm平均值通過。

上文所闡述之資料表明，本發明之模組1、3、6、8及10通常與並非本發明之模組的比較性模組執行得一樣好。因此，由於模組3、6、8及10可在無Tedlar的情況下形成，所以本發明減少形成光伏打模組所需要的成本、生產複雜性及時間。

已以說明性方式描述了本發明，且應理解已使用之術語意欲具有描述性而非限制性之詞語的性質。本發明之各種修改及變化按照以上教示為可能的，且可不同於如具體所描述而實踐本發明。

【圖式簡單說明】

圖1為第一光伏打電池模組之側面橫截面圖，該第一光伏打電池模組包括：一第一最外層、一安置於第一最外層上之光伏打電池及一安置於光伏打電池上的第二最外層；

圖2為第二光伏打電池模組的側面橫截面圖，該第二光

伏打電池模組由本發明之方法形成且包括：一第一最外層、一安置於第一最外層上之光伏打電池、一安置於光伏打電池上的第二層，及一作為一第二最外層安置於該第二層上的支撐層；

圖3為第三光伏打電池模組之側面橫截面圖，其包括：一第一最外層、一安置於第一最外層上且與第一最外層直接接觸的黏接層、一安置於第一最外層上且與第一最外層隔開的光伏打電池，及一安置於光伏打電池上的第二最外層；

圖4為由本發明之方法形成之第四光伏打電池模組之側面橫截面圖，其包括：一第一最外層、一安置於第一最外層上且與第一最外層直接接觸的黏接層、一安置於第一最外層上且與第一最外層隔開的光伏打電池，一安置於光伏打電池上的第二層，及一作為第二最外層安置於第二層上且與第二層直接接觸的支撐層；

圖5為第二(最外)層之側面橫截面圖，其包括至少部分由本發明之聚矽氧組合物塗布的複數個纖維；

圖6A為經電連接且配置為光伏打陣列的一系列圖1之光伏打電池模組的側面橫截面圖；

圖6B為經電連接且配置為光伏打陣列的一系列圖1之光伏打電池模組的放大側面橫截面圖；

圖7為圖1之光伏打電池模組之底部橫截面圖，其中複數個纖維越過該第二層橫向(L)延伸至在光伏打電池模組之兩個末端上的光伏打電池模組周邊，以阻止聚矽氧組合物

自光伏打電池模組的洩漏；

圖8為光伏打電池模組之側面橫截面圖，該光伏打電池模組包括一第一最外層、一安置於第一最外層上之光伏打電池及一安置於光伏打電池上的第二最外層，其中該第二最外層無複數個纖維且由矽氫化可固化的聚矽氧組合物形成；

圖9為光伏打電池模組的側面橫截面圖，該光伏打電池模組由本發明之方法形成且包括一第一最外層、一安置於第一最外層上之光伏打電池、一安置於光伏打電池上的第二層，及一作為一第二最外層安置於該第二層上的支撐層，其中該第二層無複數個纖維且由矽氫化可固化的聚矽氧組合物形成；

圖10為光伏打電池模組之側面橫截面圖，該光伏打電池模組包括一第一最外層、一安置於第一最外層上且與第一最外層直接接觸之黏接層、一安置於第一最外層上且與第一最外層隔開的光伏打電池及一安置於光伏打電池上的第二最外層，其中該第二最外層無複數個纖維且由矽氫化可固化的聚矽氧組合物形成；及

圖11為由本發明之方法形成之光伏打電池模組之側面橫截面圖，其包括第一最外層、一安置於第一最外層上且與第一最外層直接接觸的黏接層、一安置於第一最外層上且與第一最外層隔開的光伏打電池，一安置於光伏打電池上的第二層，及一作為第二最外層安置於第二層上且與第二層直接接觸的支撐層，其中該第二層無複數個纖維且由矽

氮化可固化的聚矽氧組合物形成。

【主要元件符號說明】

20	光伏打電池模組
22	第一最外層
24	光伏打電池
26	第二(最外)層
27	纖維
28	支撐層
30	黏接層
32	光伏打陣列
34	模組之前表面
36	模組之周邊
L	橫向方向

七、申請專利範圍：

1. 一種光伏打電池模組，其包括：

- A. 第一最外層，其具有當使用 ASTM E424-71 藉由 UV/Vis 分光光度測定法測定之至少 70% 的透光率及視需要包含聚矽氧；
- B. 光伏打電池，其安置於該第一最外層上；及
- C. 一與該第一最外層相對之第二最外層，該第二最外層包含聚矽氧組合物且安置於該光伏打電池上，從而將該光伏打電池夾於該第二最外層與該第一最外層之間，

其中，

- (I) 該模組除了聚矽氧聚合物外，無其他聚合物，該聚矽氧聚合物為自由基可固化的，且該第二最外層進一步包含至少部分經該自由基可固化的聚矽氧聚合物塗布的複數個纖維，及/或
- (II) 該模組進一步包含黏接層，該黏接層安置於該光伏打電池上且夾於該光伏打電池與該第一最外層之間，且包含自由基可固化之第二聚矽氧聚合物。

- 2. 如請求項 1 之光伏打電池模組，其中 (I) 及 (II) 皆存在。
- 3. 如請求項 1 之光伏打電池模組，其中 (I) 存在且 (II) 不存在。
- 4. 如請求項 1 至 3 中任一項之光伏打電池模組，其中該 (I) 之聚矽氧組合物為過氧化物可固化的。
- 5. 如請求項 1 至 3 中任一項之光伏打電池模組，其中該 (I) 之

聚矽氧組合物包含導熱填充劑。

6. 如請求項1至3中任一項之光伏打電池模組，其中該複數個纖維進一步定義為非織織物，且其中該非織織物係視需要選自由以下各物組成之群：玻璃纖維、聚酯、聚乙烯、聚丙烯、耐綸及其組合。
7. 如請求項1至3中任一項之光伏打電池模組，其中該(I)之聚矽氧聚合物之聚矽氧組合物為分支的。
8. 如請求項1之光伏打電池模組，其中(II)存在且(I)不存在，且其中該第二最外層無填充劑。
9. 如請求項8之光伏打電池模組，其中該(II)之第二聚矽氧組合物為過氧化物可固化的。
10. 如請求項8或9之光伏打電池模組，其無複數個纖維。
11. 如請求項1之光伏打電池模組，其中該第二最外層係至少部分經基於矽與氧之材料(SiO_x)所塗布。
12. 如請求項1之光伏打電池模組，其中該第一最外層係至少部分經基於矽與氧之材料(SiO_x)所塗布。

八、圖式：

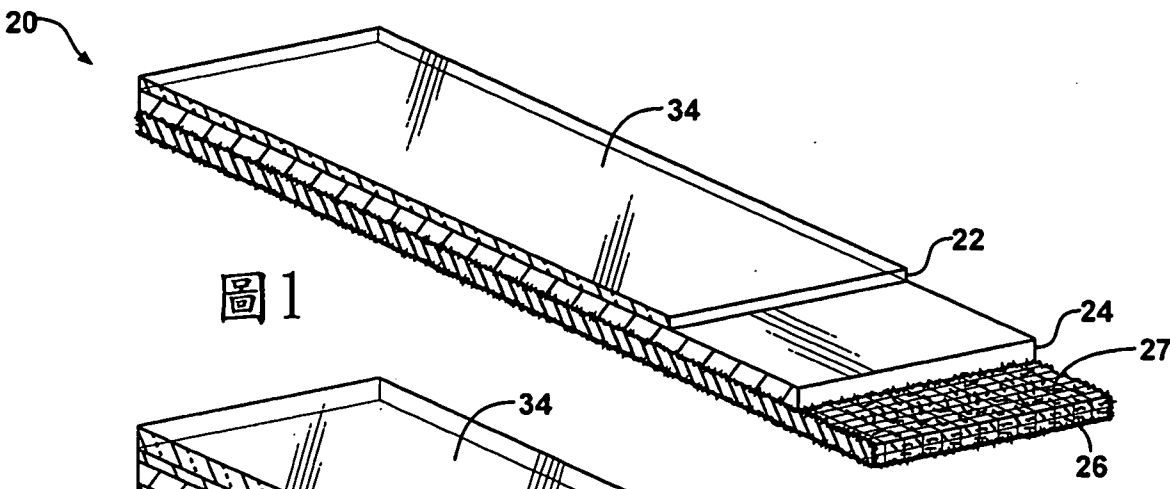


圖 1

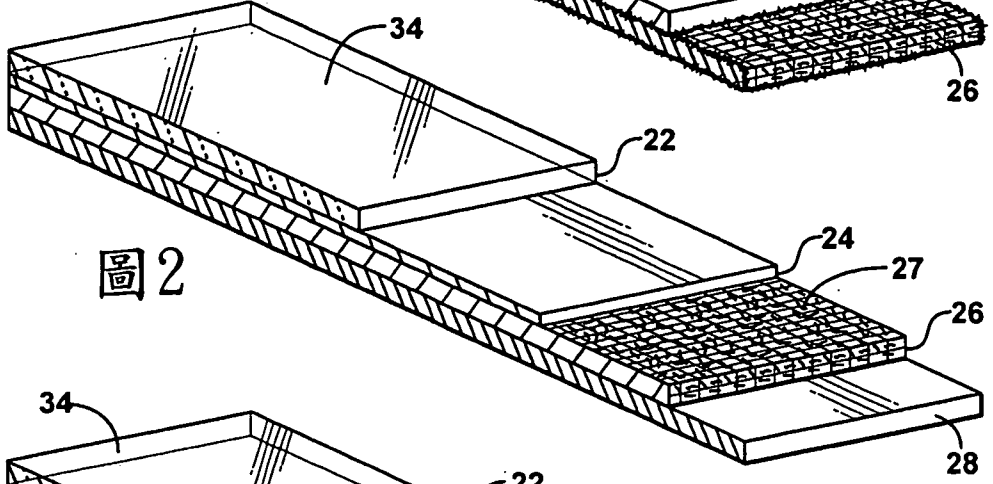


圖 2

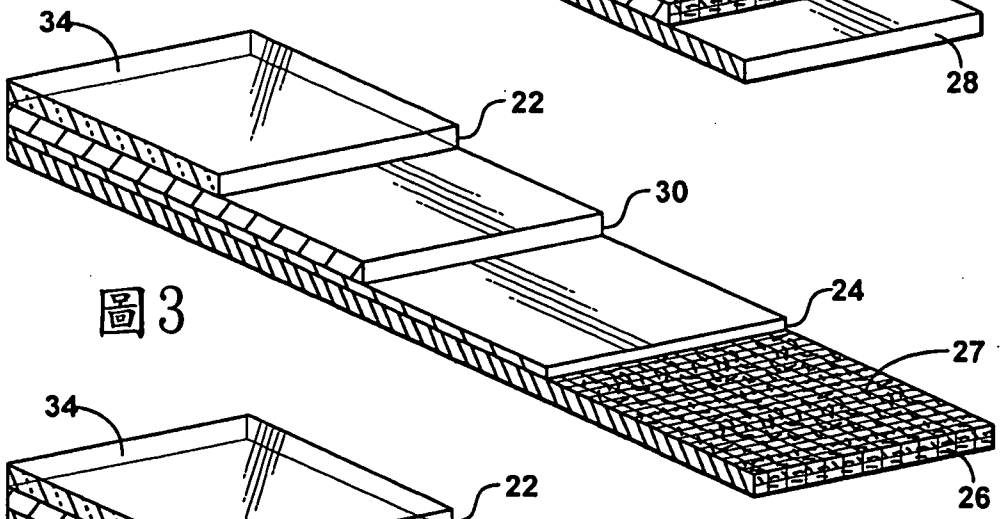


圖 3

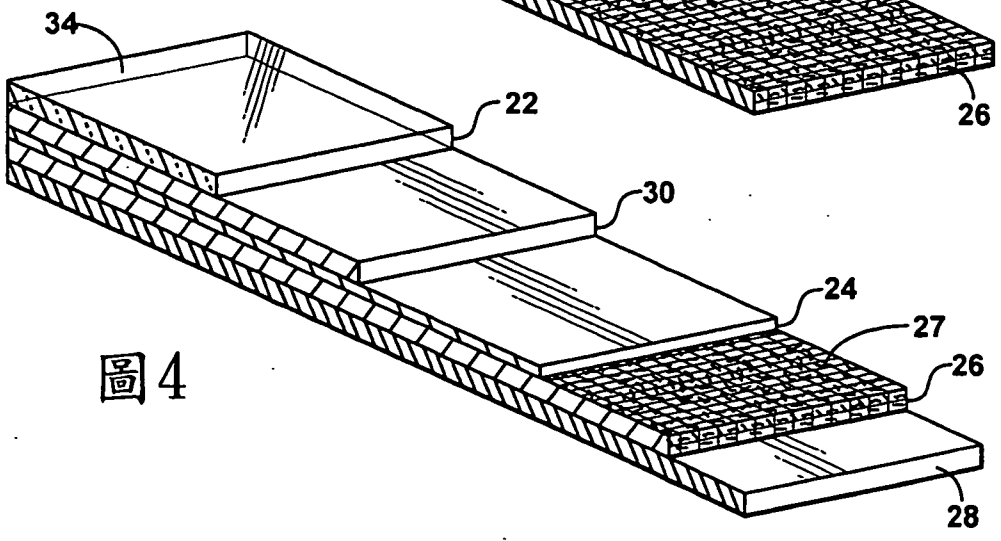


圖 4

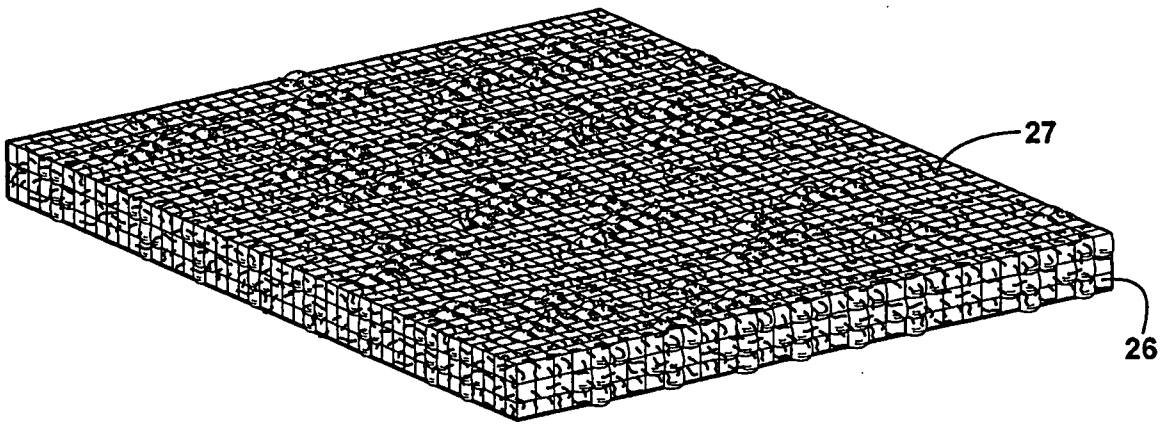


圖5

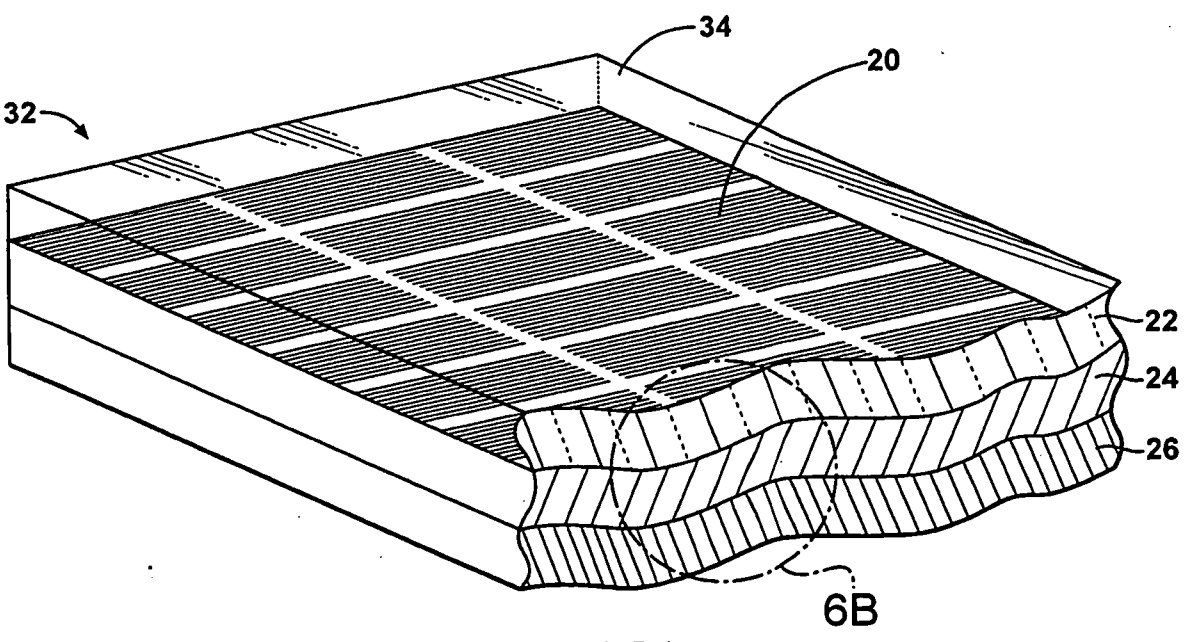


圖6A

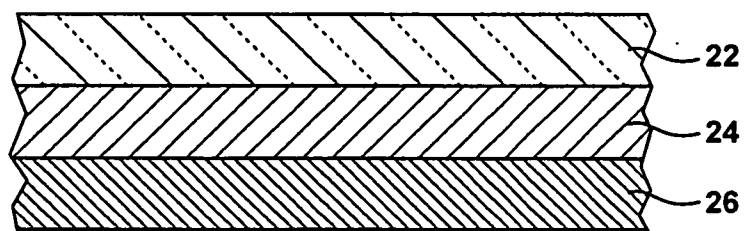


圖 6B

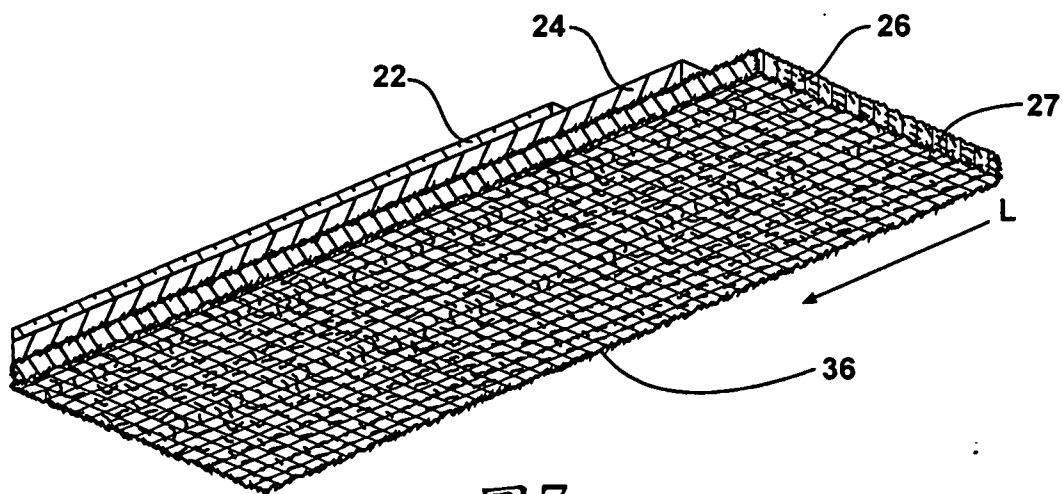


圖 7

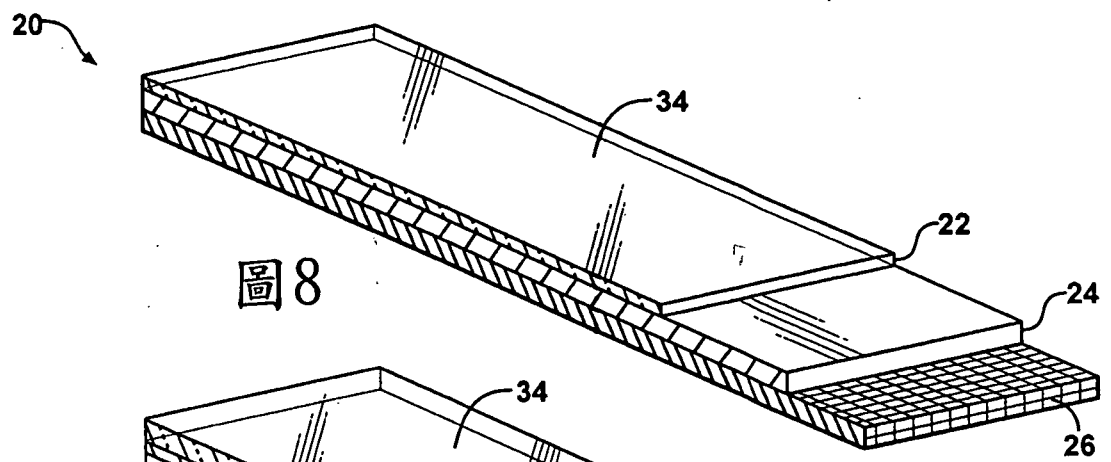


圖 8

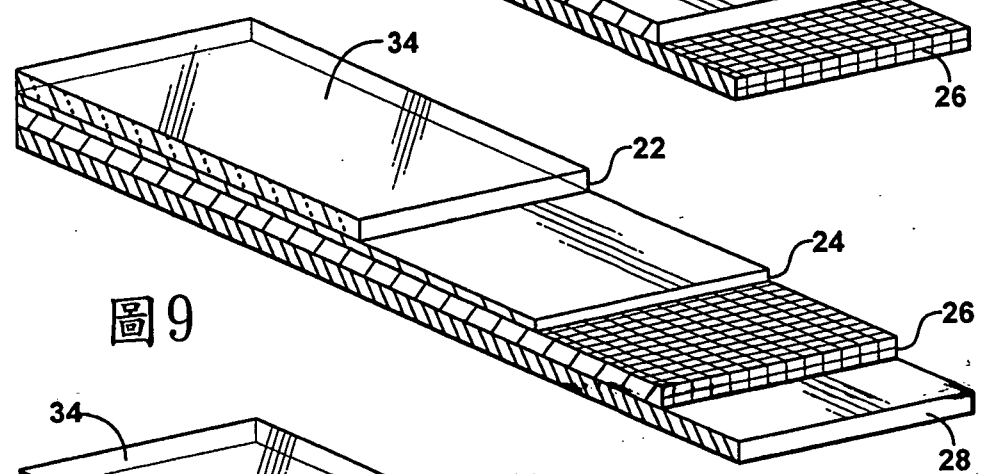


圖 9

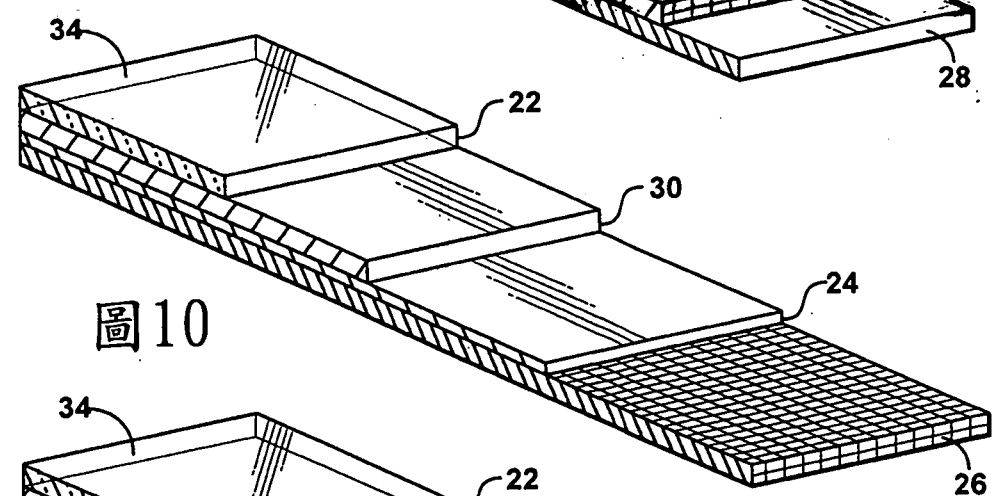


圖 10

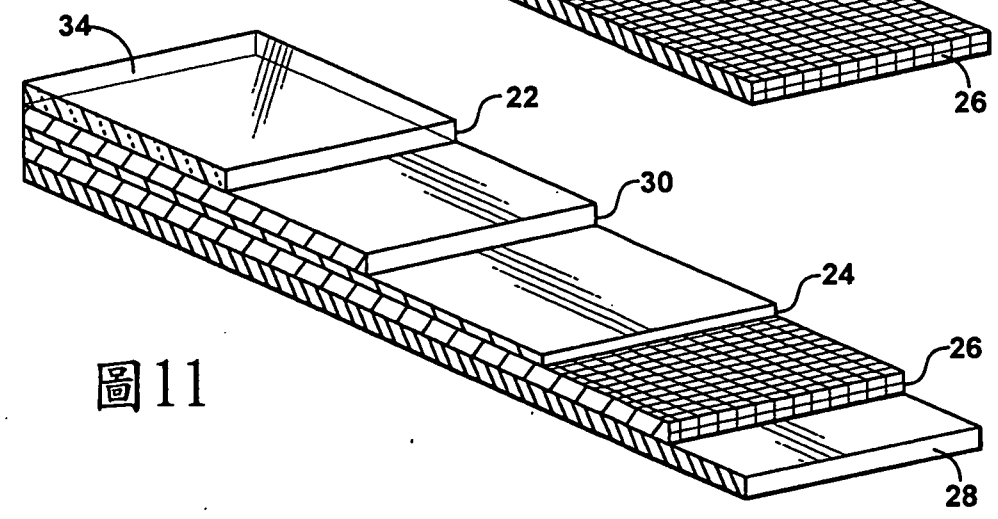


圖 11