



(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 201702060 A

(43)公開日：中華民國 106 (2017) 年 01 月 16 日

(21)申請案號：105111932

(22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 04 月 15 日

(51)Int. Cl.：

B32B7/06 (2006.01)

B32B7/14 (2006.01)

B32B3/10 (2006.01)

B32B27/34 (2006.01)

B32B27/32 (2006.01)

B32B27/08 (2006.01)

(30)優先權：2015/04/17 美國

62/148,977

(71)申請人：3 M新設資產公司 (美國) 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (US)
美國

(72)發明人：強生 史蒂芬 艾倫 JOHNSON, STEPHEN ALLAN (US)；佛瑞 麥克 賓頓 FREE, MICHAEL BENTON (US)；布拉尼幹 馬爾構特 艾許利 BRANIGAN, MARGOT ASHLEY (US)；珍寧斯 羅伯特 馬丁 JENNINGS, ROBERT MARTIN (US)；伍森 雷諾 威尼 AUSEN, RONALD WAYNE (US)；可派琪 威廉 約翰 KOPECKY, WILLIAM JOHN (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：38 項 圖式數：27 共 82 頁

(54)名稱

併入離散彈性特徵之物品

ARTICLES INCORPORATING DISCRETE ELASTOMERIC FEATURES

(57)摘要

一種層壓轉移膜，包括多個離散的彈性材料之列及隔開相鄰列之空間。一可剝離襯墊，其係設置於該等列上並設置於該等相鄰列間之該等空間中，其中該可剝離襯墊未實質黏附至該彈性材料。

A lamination transfer film includes multiple discrete rows of an elastomeric material with spaces separating adjacent rows. A peelable liner disposed over the rows and in the spaces between the adjacent rows, wherein the peelable liner is not substantially adhered to the elastomeric material.

指定代表圖：

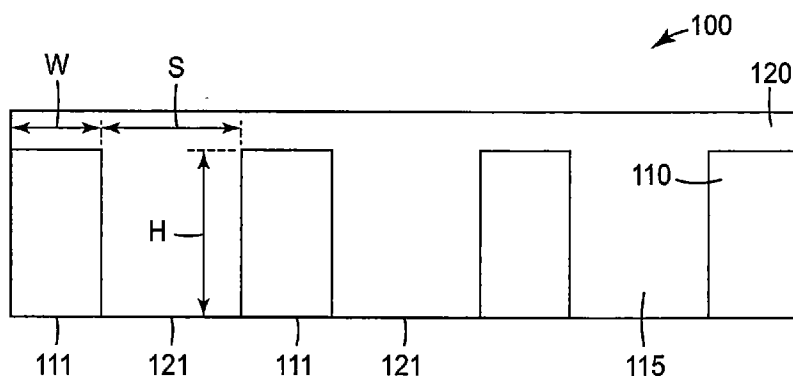


圖1A

符號簡單說明：

100 . . . 膜/層壓轉移膜

110 . . . 彈性材料列/彈性列/彈性材料

111 . . . 自由表面

115 . . . 空間

120 . . . 可剝離襯墊

121 . . . 可剝離襯墊

W . . . 寬度

S . . . 間隔

201702060

TW 201702060 A

H . . . 高度

201702060

發明摘要

※ 申請案號：(05111932)

B3>B 7/06 (2006.01)

※ 申請日：105.4.15 ※IPC 分類：

B3>B 7/14 (2006.01)

B3>B 3/12 (2006.01)

B3>B 27/34 (2006.01)

B3>B 27/32 (2006.01)

B3>B 27/28 (2006.01)

【發明名稱】 併入離散彈性特徵之物品

ARTICLES INCORPORATING DISCRETE
ELASTOMERIC FEATURES

【中文】

一種層壓轉移膜，包括多個離散的彈性材料之列及隔開相鄰列之空間。一可剝離襯墊，其係設置於該等列上並設置於該等相鄰列間之該等空間中，其中該可剝離襯墊未實質黏附至該彈性材料。

【英文】

A lamination transfer film includes multiple discrete rows of an elastomeric material with spaces separating adjacent rows. A peelable liner disposed over the rows and in the spaces between the adjacent rows, wherein the peelable liner is not substantially adhered to the elastomeric material.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 1A

【本代表圖之符號簡單說明】：

100...膜/層壓轉移膜

110...彈性材料列/彈性列/彈性材料

111...自由表面

115...空間

120...可剝離襯墊

121...可剝離襯墊

W...寬度

S...間隔

H...高度

【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】 併入離散彈性特徵之物品

ARTICLES INCORPORATING DISCRETE
ELASTOMERIC FEATURES

【技術領域】

【0001】 本揭露大致上關於用於彈性特徵之層壓轉移膜及相關聯之系統和方法。

【先前技術】

【0002】 感應和測量施加至一表面之觸碰力及/或位置的能力在各種情境下皆有用處。因此，已經開發出各式系統，其中力感測器係用來測量施加至一表面（在本文中稱為「觸碰表面(touch surface)」）之力（稱為「觸碰力(touch force)」或「所施加力(applied force)」）的性質。力感測器一般會產生回應所施加力的信號，該等信號可例如用來找出所施加力在觸碰表面上的位置以及所施加力的量。

【0003】 當觸碰表面屬於電腦顯示器或電腦顯示器前方之透明覆蓋時，判定對觸碰表面所施加力之位置尤其受到關注。再者，因為行動及手持裝置如個人數位助理(PDA)等之數量快速增長，對於能夠判定觸碰位置之小巧、輕量、且價廉裝置的需求不斷增加。

【發明內容】

【0004】 一些實施例係關於一種層壓轉移膜，其包括多個離散的彈性材料之列及隔開相鄰列之空間。可剝離襯墊係設置於該等列上並

設置於相鄰列間之該等空間中，其中該可剝離襯墊未實質黏附至彈性材料。

【0005】 根據一些實施例係一種方法，包括共擠壓彈性材料與襯墊材料以形成層壓轉移膜。本發明之層壓轉移膜具有多個離散的彈性材料列及隔開相鄰列之空間和襯墊材料之可剝離襯墊，該可剝離襯墊設置於該等彈性材料列上且設置於相鄰列間之該等空間中。該可剝離襯墊未實質黏附至該彈性材料。

【0006】 一些實施例涉及一種方法，該方法包含形成包括通道之結構化襯墊。將彈性材料設置於結構化襯墊之通道中。將壓力及熱之至少一者施加至該彈性材料以形成一層壓轉移膜，該層壓轉移膜包含多個離散的彈性材料之列及隔開相鄰列之空間和一可剝離襯墊，該可剝離襯墊設置於該等列上且設置於該等相鄰列間之該等空間中，其中該可剝離襯墊未實質黏附至該彈性材料。

【0007】 一些實施例係關於一種裝置，該裝置包括一第一組件及一第二組件和分別設置於該等第一組件及第二組件上之第一底漆層及第二底漆層。該裝置包括多個離散的彈性材料列及隔開相鄰列之空間，該等彈性材料列之第一表面黏附至該第一底漆層而該等彈性材料列之相對第二表面黏附至該第二底漆層。

【0008】 從下文實施方式將可容易明白本申請案之此等及其他態樣。然而，在任何情況下皆不應將上述發明內容視為對所主張之標的之限制，該標的僅由隨附申請專利範圍單獨定義，並且可在審查期間進行修訂。

【圖式簡單說明】**【0009】**

圖 1A 為根據一些實施例之層壓轉移膜 100 的橫截面圖；

圖 1B 為在圖 1A 中所示之可剝離襯墊移除後，多個離散的彈性材料列 110 的透視圖；

圖 2A 至圖 2C 繪示根據各種不同實施例之彈性材料的可能橫截面形狀；

圖 2D 繪示根據一些實施例之彈性列的橫截面圖，其中列間之間隔隨著列之不同而有所變化；

圖 2E 繪示根據一些實施例之彈性列的橫截面圖，該等彈性列具有各式不同之高度；

圖 3 繪示根據一些實施例之一種製造裝置的方法，該裝置包括彈性列；

圖 4A 為根據一些實施例之配置在第一底漆層上之層壓轉移膜的橫截面圖；

圖 4B 為在圖 4A 中所示之可剝離襯墊移除之後，次總成的橫截面圖；

圖 4C 為顯示根據一些實施例，層壓至第二底漆層及第二組件之圖 4B 之次總成的橫截面圖；

圖 5A 及 5B 提供根據一些實施例之裝置的橫截面圖，該裝置包括該等彈性列之多個堆疊層；

圖 6 為根據一些實施例之彈性列的實例圖案的頂視圖；

圖 7A 顯示根據一些實施例之彈性列之設計的頂視圖，該設計在裝置邊緣提供更高之壓縮及電容勁度(compressive and capacitive stiffness)；

圖 7B 顯示根據一些實施例之設計的頂視圖，該設計在裝置中央附近提供更高之壓縮及電容勁度；

圖 8A 及 8B 繪示本文中所述之基本裝置之組態的橫截面圖及頂視圖，該裝置具有列間散佈有空氣填充之空間彈性材料列；

圖 9A 提供了根據本文中所討論之實施例之 0.2 mm 厚之裝置的 10 mm × 10 mm 區域，針對不同之空氣含量值的總電容對壓縮比之圖表，且該裝置包含具有 2.7 之介電常數之彈性列；

圖 9B 提供了根據本文中所討論之實施例之 0.2 mm 厚之裝置的 10 mm × 10 mm 區域，針對不同之空氣含量值的電容變化對壓縮比之圖表，且該裝置包含具有 2.7 之介電常數之彈性列；

圖 10A 提供了根據本文中所討論之實施例，針對一系列空氣含量值，總回復力隨壓縮比及所施加力而變動之圖表，此係針對以彈性體製成之 1:1 寬高比(aspect ratio)之列的 10 mm × 10 mm 方形區塊，該彈性體具有 0.1 MPa 之剪切模數；

圖 10B 提供了根據本文中所討論之實施例，針對一系列空氣含量值，機械順應性隨所施加力而變動之圖表，此係針對以彈性體製成之 1:1 寬高比之列的 10 mm × 10 mm 方形區塊，該彈性體具有 0.1 MPa 之剪切模數；

圖 11 提供了根據一些實施例，電容順應性相對於施加負荷之圖表，此係針對具有 0.2 mm 結構之彈性列的 10 mm × 10 mm 區域，該等彈性列具有 0.1 MPa 之剪切模數及 2.7 之介電常數；

圖 12 提供了用來產生圖 11 中之圖表的實例之電容順應性的比較圖表，該等實例在結構之一側的具有彈性底部(land)；

圖 13 顯示聚醯亞胺載體層及黏合膜對結構之電容順應性的影響；

圖 14 提供了針對結構化層之各種不同列寬高比，到達流體靜力鎖閉(hydrolock)之壓力除以彈性材料之剪切模數相對於結構化層之空氣含量的圖表；

圖 15 顯示針對各種不同空氣含量值，結構化層之電容順應性相對於施加負荷的圖表；

圖 16 提供了結構化層之電容順應性相對於彈性列之寬高比的圖表；

圖 17 提供了針對結構化層之各種不同高度，電容順應性相對於施加負荷之一系列圖表；

圖 18 包括了針對各種不同剪切模數值，結構化層之電容順應性相對於施加負荷之一系列圖表；

圖 19 包括了針對彈性材料之各種不同介電常數值，結構化層之電容順應性相對於施加負荷之一系列圖表；

圖 20 包括了針對剪切模數與初始未變形厚度之乘積的各種不同值，結構化層之電容順應性相對於施加負荷之一系列圖表；

圖 21 提供了針對一具有底部區域之比較性結構化層，各種不同的底部區域厚度與初始未變形厚度(H_{AB})比值，電容順應性相對於施加負荷之一系列圖表；

圖 22 提供了在給定之空隙效率下，使結構化層能夠支撐最大正規化壓力 P^* 所需的最小空氣含量；

圖 23 包括了針對一系列空隙效率及 2.7 之彈性體介電常數，結構之最大可達 C^* 相對於空氣含量的圖表；

圖 24 包括了針對一系列彈性體介電常數及 80% 之空隙效率，結構之最大可達 C^* 相對於含量的圖表；

圖 25A 至圖 25E 顯示以表 1 中之變數所執行的隨機情況之蒙地卡羅(Monte Carlo)結果；

圖 26A 至圖 26D 顯示將蒙地卡羅結果對變數叢集作圖；以及

圖 27 說明了根據本文中所述之實施例，複數個系列狹縫的重複圖案，四個分開的材料流輸入係擠壓至該等狹縫中。

【0010】 圖式非必然按比例繪製。在圖式中所使用的類似數字 (like numbers) 指稱類似組件。

【實施方式】

【0011】 本文中所述之一些實施例關於一種層壓轉移膜，其經組態以將多個離散的彈性材料列轉移至表面。一些實施例涉及生產層壓轉移膜之方法及併入經轉移之離散彈性材料列的裝置。本文中所揭露之方法能讓離散之彈性材料列以指定高度、寬度、及列間之間隔而精準放置在表面上。所揭露之方法會導致包含多個離散的彈性材料列之

高度彈性、高度可壓縮結構的形成。相較於包括由連接材料所連接之彈性特徵的結構之彈性性質，這些結構之彈性性質更為有利。

【0012】 舉例而言，用於觸碰感測應用之習用解決方案涉及在特徵間具有連接材料（例如，載體層、黏著劑、或底部）之材料。底部區域傾向於減弱對於變形之彈性回應，因此限制或阻礙底部之厚度及一些周圍區域的壓縮。這導致了性能降低及/或較厚的結構。對於具有較高靈敏度之較薄結構的需求仍持續增加。本申請案說明了多種物品、方法、和裝置，該等物品、方法、和裝置涉及了在可剝離襯墊中之離散（無底部）之彈性材料列，其中該等彈性列係離散且未由連接材料所連接的。這些彈性列可轉移至各種不同表面，並且可用於許多應用中，諸如觸碰感測及力感測。

【0013】 圖 1A 為根據一些實施例之層壓轉移膜 100 的橫截面圖。膜 100 包括多個離散的彈性材料列 110。可剝離襯墊 120 係設置在彈性材料列 110 上並且設置在相鄰列間之空間 115 中。彈性材料列 110 具有寬度 W 、高度 H 、及間隔 S 。彈性列 110 具有自由表面 111，其可為實質平坦，但也可相對於可剝襯墊之相鄰表面 121 凸出或凹入。可剝離襯墊 120 未實質黏著至彈性材料 110。圖 1B 為在可剝離襯墊移除後，多個離散的彈性材料列 110 的透視圖。

【0014】 圖 1A 及圖 1B 繪示具有矩形橫截面形狀之彈性材料，應瞭解到彈性材料可形成為具有其他橫截面形狀。在橫截面中，彈性材料之側邊可為實質平坦（實質直線形側邊）或圓拱形（非直線形側邊）。圖 2A 至圖 2C 繪示彈性材料的一些可能之橫截面形狀，包括三

角形（圖 2A）、截頭三角形（圖 2B）、半圓形（圖 2C）。應瞭解到，許多其他橫截面形狀皆為可能的，例如沙漏形狀。稍微經底切的橫截面形狀係可以使用的，但大幅底切的形狀則可能使移除可剝離襯墊更加困難。

【0015】 在一些實施例中，列間之間隔可隨距離而變化，如圖 2D 中所示。作為一實例，圖 2D 顯示由寬度 S_1 之空間所隔開的第一列 241 及第二列 242、由寬度 S_2 之空間所隔開的第二列 242 及第三列 243、以及由寬度 S_3 之空間所隔開的第三列 243 及第四列 244。在一些實施例中，如圖 2E 中，該等列之橫截面形狀可能隨著列之不同而有所變化，圖 2E 顯示具有高度 C_1 之三角形橫截面的第一列 251 及第三列 253 和具有高度 C_2 之截頭三角形橫截面的第二列 252 及第四列 254。或者，一組相鄰列可具有第一橫截面形狀，而另一組相鄰列可具有另一橫截面形狀。

【0016】 在各式不同實施例中，彈性列之高度 H 、彈性列在自由表面 111 處之寬度 W 、及彈性列間之間隔 S 可介於約 $50\ \mu\text{m}$ 至約 $400\ \mu\text{m}$ 之間。

【0017】 列之寬高比等於 W/H 。在各式不同實施例中，寬高比可大於約 0.3 且小於約 10。舉例而言，在一些實施例中列之寬高比為約 2。在一些實施例中，列之寬高比為約 1。

【0018】 列之佔有比率(duty cycle)等於在一個週期中之彈性材料（體積）百分比，該一個週期包含一個彈性列加上一個由可剝離襯墊所佔據之相鄰空間。

$$\text{佔有比率}\% = W/(W+S) \times 100$$

【0019】 在各式不同實施例中，佔有比率可介於 5%到 99%之間、介於 10%到 90%之間、或介於 25%到 75%之間。舉例而言，在一些實施例中該等列之佔有比率為 50%。

【0020】 在可剝離襯墊移除前，可剝離襯墊會填滿該等彈性列間之空間。層壓轉移膜（例如，如圖 1A 中所示者）可藉由彈性體含量而表徵。在各式不同實施例中，層壓轉移膜之彈性體含量（在可剝離襯墊移除前）可介於 5%到 99%之間、介於 10%到 90%之間、或介於 25%到 75%之間。

【0021】 在矩形截面之彈性材料情況中：

$$\text{佔有比率} = \text{彈性體含量} = 100\% - \text{可剝離襯墊含量（可剝離襯墊在列間之量）}$$

【0022】 在所有其他情況中，此關係會因為幾何形狀的原故而更加複雜。在大多數其他情況中：

$$\text{佔有比率約等於彈性體含量} = 100\% - \text{可剝離襯墊含量}$$

【0023】 在可剝離襯墊移除後，空氣會填滿該等彈性列間之空間。彈性列之排列方式（例如，如圖 1B、圖 2A 至圖 2E 中所示者）可藉由彈性含量及/或藉由空氣含量而表徵。

【0024】 在矩形截面之情況中：

佔有比率=彈性體含量= 100% -空氣含量

在所有其他情況中，此關係會因為幾何形狀的原故而更加複雜。

在大多數其他情況中：

佔有比率約等於彈性體含量= 100% -空氣含量

彈性體含量（在可剝離襯墊移除後）可在例如介於 10%到 90%之間、或介於 25%到 75%之間之範圍內。在一些實施例中，如本文中所更詳細討論，佔有比率及/或彈性體含量可隨縱向沿列之距離而有所變化，及/或隨列之不同而有所變化。

【0025】 在一些實施例中，彈性材料之剪切模數可例如小於約 500 MPa，或者在約 0.01 MPa 至約 10 MPa 的範圍，或者例如在約 0.1 MPa 至約 1 MPa 的範圍。剪切模數在-20 °C 至 60°C 之溫度範圍內的變化小於約 50%。彈性材料可具有小於約-30 °C 之玻璃轉移溫度，及在 20 °C 下用 1 Hz 剪切掃描(shear sweep)模式（板上板(plate-on-plate)）測量時小於或等於約 0.5 之 $\tan \delta$ 。應瞭解到剪切模數及彈性列之高度是相關的參數。

【0026】 併入彈性列之結構（在移除可剝離襯墊後）可藉由機械順應性而表徵，機械順應性係力對壓縮比之導數，其中該壓縮比係層之變形後高度（厚度）除以該層之初始厚度。在一些實施例中，剪切模數除以結構之未變形高度（G/H，單位係 MPa/mm）可小於 1000、

小於 200、小於 100、小於 30、或甚至小於 7。這些值提供結構之機械順應性，係介於約 0.02 mm/MPa 至約 0.5 mm/MPa 之間。

【0027】 併入由彈性列所隔開之電極的結構（在可剝離襯墊移除後）可藉由電容順應性（電容相對於所施加力之變化）而表徵，該電容順應性為觸碰或力感測應用所要考量的一項因素。電容順應性部分取決於彈性材料之介電常數。彈性材料之介電常數範圍可自 1 至 100。許多適用於本文中所述結構之未經填充彈性體材料可具有介於 1.5 至約 3 之間的介電常數。舉例而言，有用之彈性體聚矽氧聚乙二醯胺具有約 2.7 的介電常數。

【0028】 在各式不同實施例，彈性列之厚度（未變形高度 H ）可介於約 0.01 mm 至 10 mm 之間。在一些實施例中，剪切模數與未變形高度之乘積除以結構之彈性體之介電常數（ GH/k ，單位係 MPa*mm）可小於 13、小於 1、小於 0.1、或甚至小於 0.01。這些 GH/k 值提供包括電容電極之裝置的電容順應性，例如介於約 0.5 毫微微法拉/公克力 (femtoFarad) (fF/gf) 至約 100 毫微微法拉/公克力 (fF/gf) 之間。在一些實施例中，電容順應性大於 2 fF/g。

【0029】 可用於彈性材料之材料包括熱塑性彈性，諸如苯乙烯嵌段共聚物、聚烯烴摻合物、彈性合金、熱塑性聚胺甲酸酯、熱塑性共聚酯、及熱塑性聚醯胺。有用之熱塑性彈性體包括聚矽氧熱塑性塑膠，諸如聚矽氧聚乙二醯胺 (silicone polyoximide)，例如在共同擁有之美國專利第 7,501,184 號中所述者，該專利係以引用方式併入本文中。彈性材料可為烯烴嵌段共聚物，諸如可得自 The Dow Chemical

Company, Midland, Michigan 之 INFUSE™ 9500；或可為苯乙烯嵌段共聚物，例如 SEBS 嵌段共聚物（諸如可得自 Kraton Polymers LLC, Houston, Texas 之 KRATON® G1645）及 SIS 嵌段共聚物（諸如可得自 Kraton Polymers LLC 之 KRATON® D1161）。彈性材料可為乙烯/辛烯共聚物，諸如可得自 ExxonMobile Chemical, Houston Texas 之 EXACT™ 8201。

【0030】 可用於彈性材料之額外材料包括熱固性塑膠，諸如聚二甲基矽氧烷(PDMS)、或其他基於矽的有機聚合物。

【0031】 可剝離襯墊可為可撓性材料且可具有其 $0.002 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3$ 至 $2 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3$ 之撓曲剛性。舉例而言，可剝離襯墊可包含熱塑性材料及/或烯烴，諸如聚丙烯或聚乙烯。可剝離襯墊未實質附接至彈性列。舉例而言，可剝離襯墊對彈性列之非實質附接係藉由小於約每英吋 100 克之剝離力（180 度剝離）而表徵。在一些實施例中，可剝離襯墊包括離型添加劑，諸如 Momenive SF1642。此外，離型襯墊展現相當程度之可撓性。

【0032】 根據一些實施例，一種製作圖 1A 中所示之層壓轉移膜的方法涉及共擠壓彈性材料與襯墊材料以形成離散的彈性材料列及隔開相鄰列之空間和該襯墊材料之可剝離襯墊，其中該可剝離襯墊未實質黏附至該彈性材料。

【0033】 在共擠壓期間，彈性材料及/或襯墊材料之流率可經控制以維持所選之預定值，使得該等列之自由表面具有預定形狀，例如實質平坦、凸出、或凹入。

【0034】 可用於共擠壓本揭露中所述之層壓轉移膜的系統及方法係詳細描述於共同擁有之美國專利申請案第 2013/0009336 號，該申請案係全文併入本文中。

【0035】 根據一些實施例，一種製作圖 1A 中所示之層壓轉移膜的方法涉及形成具有通道之結構化襯墊，以及將彈性材料設置於該結構化襯墊之通道中。舉例而言，將彈性材料設置至結構化襯墊之通道中可藉由以適當厚度（基於結構化襯墊之空隙空間計算而得）擠壓彈性材料然後使襯墊和擠壓物運行進入經加熱輥隙中。施加到彈性體+結構化襯墊之升高溫度（例如，約 120 °C）和足夠壓力（例如，大於約 200 PSI）顯示會致使以兼具高保真度(fidelity)的方式填充該結構化襯墊。在此特定例子中，襯墊會需要具有大幅超過 120 °C 的熔點（例如，HDPE、PC）。

【0036】 根據一些實施例，一種製作圖 1A 中所示之層壓轉移膜的方法涉及形成具有通道之結構化襯墊，以及經由溶液塗佈而將彈性材料設置於該結構化襯墊上。該程序包括從非結構化區域削除多餘材料。溶劑可藉由加熱該經填充襯墊然後輸送通過烘箱而驅除。可使用反覆通過和高固體含量溶液以形成用於以此方式產生結構的實用及/或有效率程序。將聚矽氧聚乙二醯胺溶於己烷中並塗佈至結構化 HDPE 襯墊係製造這些物品的一個實例方法。

【0037】 圖 3 之流程圖和圖 4A 至圖 4C 之橫截面圖繪示了一種併入彈性列之裝置及一種製作該裝置之方法。層壓轉移膜 100（包含彈性材料列 110 和可剝離襯墊 120，如圖 1A 中所示及相關內文中所

述)係例如藉由如上所述之共擠壓形成(310)。第一底漆層 411 係塗佈(320)於第一組件 421 之表面上,彈性列 110 係固著於該第一底漆層 411 上。舉例而言,第一組件 421 可為電極層、障壁膜、或黏著層,或第一組件 421 可包含電極層、障壁膜、或黏著層。如圖 4A 中所示,一或多個層壓轉移膜 100 係配置(330)在第一底漆層 411 上,使得彈性材料 110 之自由表面 111 (請參見圖 1A)相鄰於第一底漆層 411。可將多於一個層壓轉移膜 100 以一圖案(例如,鋪磚(tiled)圖案)的方式配置在第一底漆層 411 上。在一些實施方案中,可切割出一層壓轉移圖案並將其放置於底漆層 411 上,使得該等列之縱軸彼此呈一角度(例如,90 度)。圖 6 中顯示一個實例圖案。層壓轉移膜 100、底漆層 411、及第一組件 421 係使用熱及壓力之一者或兩者層壓(335)在一起以形成次總成 410。將可剝離襯墊 120 移除(340)。圖 4B 顯示移除可剝離襯墊之後的次總成 420。

【0038】 第二底漆層 412 係塗佈(350)於第二組件 422 之表面上,彈性列 110 係固著於第二底漆層 412 上。舉例而言,第二組件 422 可為電極層、障壁膜、或黏著層,或第二組件 422 可包含電極層、障壁膜、或黏著層。次總成 420 係例如藉由拾取放置(pick-and-place)程序而配置 360 於第二底漆層 412 上,使得彈性材料 110 (先前被可剝離襯墊覆蓋)之表面 112 相鄰於第二底漆層 412。次總成 420、第二底漆層 412、及第二外層 421 係使用熱及壓力之一者或兩者層壓(370)在一起以形成如圖 4C 中所示之裝置 430。

【0039】 在一些組態中，裝置可包括多層垂直堆疊之彈性列，如圖 5A 及圖 5B 中所繪示。圖 5A 及圖 5B 顯示裝置 501、502，其包括第一層彈性列 511、及第二層彈性列 512，其中第一層彈性列 511 之縱軸係相對於第二層彈性列 512 之縱軸呈一角度配置。在圖 5A 及圖 5B 之實例中，第一層彈性列 511 之縱軸大致沿 x 方向配置而第二層彈性列 512 之縱軸大致沿 y 方向配置。

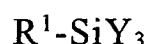
【0040】 圖 5A 中所示之裝置 501 包括設置於第一外層 531 上之第一底漆層 521 及固著至第一底漆層 521 之第一層彈性列 511。第二底漆層 522 係設置於第二外層 532 上，第二層彈性列 512 係固著於第二底漆層。

【0041】 圖 5B 中所示之裝置 502 包括具有可選第三底漆層 523 及可選第四底漆層 524 之可選內層 533。

【0042】 本揭露之第一底漆層及第二底漆層可包括但不限於以下中之至少一者：聚矽氧熱塑性彈性體，例如聚矽氧聚乙二醯胺；基於烯烴及苯乙烯嵌段共聚物，例如苯乙烯-乙烯-丁二烯-苯乙烯及乙烯-異戊二烯-苯乙烯；聚丙烯酸酯，例如聚酯丙烯酸酯及聚胺甲酸酯丙烯酸酯；發煙二氧化矽；官能化發煙二氧化矽；矽烷；鈦酸酯(titanate)；鋯酸酯(zirconate)；及矽氧烷。可使用此等材料之組合。

【0043】 在一些實施例中，第一底漆層及第二底漆層包括聚矽氧熱塑性彈性體，例如聚二有機矽氧烷聚乙二醯胺直鏈嵌段共聚物（即聚矽氧聚乙二醯胺），諸如美國專利第 7,371,464 號（Sherman 等人）及第 7,501,184 號（Leir 等人）中所揭示者，上述專利全文分別以引

用方式併入本文中。包括聚矽氧熱塑性彈性體之底漆層亦可包括偶合劑。有用的偶合劑包括但不限於矽烷偶合劑（例如，有機三烷氧基矽烷）、鈦酸酯(titanate)、鋯酸酯(zirconate)、及有機酸-氯化鉻配位錯合物。有機矽烷係特別有用的偶合劑。在一些實施例中，偶合劑包含由下式所代表之有機矽烷偶合劑：



其中 R^1 係單價有機基團，而各 Y 獨立地係可水解基團。在一些實施例中， R^1 具有 2 至 18 個碳原子。在一些實施例中， R^1 具有 3 至 12 個碳原子，且係選自由以下所組成之群組：環氧基烷基、羥基烷基、羧基烷基、胺基烷基、丙烯醯氧基烷基、及甲基丙烯醯氧基烷基。在一些實施例中，各 Y 獨立地選自由 $-Cl$ 、 $-Br$ 、 $-OC(=O)R^2$ 、及 OR^2 所組成之群組，其中 R^2 表示具有 1 至 4 個碳原子之烷基。

【0044】 合適的矽烷偶合劑包括例如美國專利第 3,079,361 號 (Plueddemann) 中所識別者。具體實例包括：(3-丙烯醯氧丙基)三甲氧基矽烷、N-(2-胺基乙基)-3-胺基丙基三甲氧基矽烷、3-胺基丙基三乙氧基矽烷、3-胺基丙基三甲氧基矽烷、(3-縮水甘油氧基丙基)三甲氧基矽烷、3-巰基丙基三甲氧基矽烷、3-甲基丙烯醯氧丙基三甲氧基矽烷、乙氧基三甲氧基矽烷（所有皆可購自 Gelest, Inc., Morrisville, Pennsylvania）、及可以商標名稱「XIAMETER」購自 Dow Corning Corp., Midland, Michigan 者，諸如乙氧基苄胺基乙基胺基丙基三甲氧基矽烷（以 40% 於甲醇中之形式供應，XIAMETER OFS-6032

SILANE)、氯丙基三甲氧基矽烷 (XIAMETER OFS-6076 SILANE)、以及胺基乙基胺基丙基三甲氧基矽烷 (XIAMETER OFS-6094 SILANE)。

【0045】 合適的鈦酸酯偶合劑包括例如美國專利第 4,473,671 號 (Green) 中所識別者。具體實例包括：異丙基三異硬脂醯基鈦酸酯 (isopropyl triisostearoyl titanate)、異丙基三(月桂基-肉豆蔻基)鈦酸酯 (isopropyl tri(lauryl-myristyl) titanate)、異丙基異硬脂醯基二甲基丙烯酸醯基鈦酸酯 (isopropyl isostearoyl dimethacryl titanate)；異丙基三(十二基-苯磺醯基)鈦酸酯、異丙基異硬脂醯基二丙烯酸醯基鈦酸酯、異丙基三(二異辛基磷酸)三(二辛基焦磷酸)鈦酸酯、異丙基三丙烯酸醯基鈦酸酯、及二異丙氧基(乙氧基乙醯乙醯基)鈦酸酯 (diisopropoxy(ethoxyacetoacetyl) titanate)、四(2,2-二烯丙氧基甲基)丁基二(二-十三基)亞磷酸鈦酸酯 (可以 KR 55 購自 Kenrich Petrochemicals, Inc. (在下文中表示為 Kenrich) Bayonne, New Jersey)、新戊基(二烯丙基)氧基三新癸醯基鈦酸酯 (neopentyl(diallyl)oxy trineodecanonyl titanate) (可以 LICA 01 購自 Kenrich)、新戊基(二烯丙基)氧基三(十二基)苯-磺醯基鈦酸酯 (可以 LICA 09 購自 Kenrich)、新戊基(二烯丙基)氧基三(二辛基)磷酸鈦酸酯 (可以 LICA 12 購自 Kenrich)、新戊基(二烯丙基)氧基三(二辛基)焦磷酸鈦酸酯 (可以 LICA38 購自 Kenrich)、新戊基(二烯丙基)氧基三(N-伸乙基二胺基)乙基鈦酸酯 (可以 LICA 44 購自 Kenrich)、新戊基(二烯丙基)氧

基三(間胺基)苯基鈦酸酯(可以 LICA 97 購自 Kenrich)、及新戊基(二烯丙基)氧基三羥己醯基鈦酸酯(之前可以 LICA 99 購自 Kenrich)。

【0046】 合適的鋯酸酯偶合劑包括例如美國專利第 4,539,048 號 (Cohen) 中所識別者。具體實例包括丙酸鋯、四(2,2-二烯丙基氧基甲基)丁基二(二-十三基)亞磷酸鋯酸酯(可以 KZ 55 購自 Kenrich)、新戊基(二烯丙基)氧基三新癸醯基鋯酸酯(可以 NZ 01 購自 Kenrich)、新戊基(二烯丙基)氧基三(十二基)苯磺醯基鋯酸酯(可以 NZ 09 購自 Kenrich)、新戊基(二烯丙基)氧基三(二辛基)磷酸鋯酸酯(可以 NZ 12 購自 Kenrich)、新戊基(二烯丙基)氧基三(二辛基)焦磷酸鋯酸酯(可以 NZ 38 購自 Kenrich)、新戊基(二烯丙基)氧基三(N-伸乙基二胺基)乙基鋯酸酯(可以 NZ 44 購自 Kenrich)、新戊基(二烯丙基)氧基三(間胺基)苯基鋯酸酯(可以 NZ 97 購自 Kenrich)、新戊基(二烯丙基)氧基三甲基丙烯醯基鋯酸酯(可以 NZ 33 購自 Kenrich)、新戊基(二烯丙基)氧基三丙烯醯基鋯酸酯(先前可以 NZ 39 購自 Kenrich)、二新戊基(二烯丙基)氧基二(對胺基苯甲醯基)鋯酸酯(可以 NZ 37 購自 Kenrich)、及二新戊基(二烯丙基)氧基二(3-巰基)丙酸鋯酸酯(可以 NZ 66A 購自 Kenrich)。

【0047】 可使用一或多種偶合劑之混合物，儘管一般而言單一偶合劑就足夠了。基於聚矽氧熱塑性彈性體之重量計，所用的偶合劑之量可為約 0.1 wt.% 至約 30 wt.%、約 0.1 wt.% 至約 25 wt.%、約 0.1 wt.% 至約 20 wt.%、約 0.1 wt.% 至約 15 wt.%、約 0.1 wt.% 至約 10 wt.%、或甚至約 0.1 wt.% 至約 5 wt.%。

【0048】 在一些實施例中，包括聚矽氧熱塑性彈性體之底漆層亦可包括增黏劑樹脂。較佳的增黏劑樹脂包括稱為 MQ 樹脂之聚矽氧增黏劑樹脂，包括但不限於，可以商標名稱 SILICONE MQ RESINS 購自 Siltech Corporation, Toronto, Canada 之聚矽氧樹脂，及可以商標名稱 MQ-RESIN POWDER 803 TF 購自 Wacher Chemie, Munich, Germany 之矽樹脂。基於聚矽氧熱塑性彈性體之重量計，所用的增黏劑樹脂之量可係約 5 wt.%至約 75 wt%、或甚至 5%至約 50%。在一些實施例中，第一底漆層及第二底漆層中之一或兩者不包括增黏劑。

【0049】 亦可使用可商購的底漆層，包括但不限於可購自 3M Company, St. Paul, Minnesota 之 3M ADHESION PROMOTER 111。

【0050】 在一些實施例中，第一底漆層及第二底漆層之厚度可介於約 50 奈米與約 5 微米之間、介於約 200 奈米與約 5 微米之間、介於約 400 奈米與約 5 微米之間、介於約 50 奈米與約 3 微米之間、介於約 200 奈米與約 3 微米之間、介於約 400 奈米與約 3 微米之間、介於約 100 奈米與約 1 微米之間、介於約 200 奈米與約 1 微米之間、或甚至介於約 400 奈米與約 1 微米之間。

【0051】 在一些組態中，圖 4C 中所示之裝置 430 的第一組件及第二組件 421、422 可為導電電極層，從而形成可用於電容式觸碰或力感測之裝置。在電容力感測應用中，所欲的是具有對於施加於膜表面上之給定壓縮性壓力能夠引起大量電容變化的層壓轉移膜。一般而言這些應用需要低壓縮順應性，而壓縮順應性定義為平坦物品回應於施加至其頂表面之壓力的厚度變化。有鑑於彈性材料通常具有高整體模

數(bulk modulus) (回應於流體靜力壓力而產生之小的體積變化)，所以這些裝置需要將顯著比例的空氣併入到可壓縮層中。

【0052】 生產有效率力感測裝置的一個態樣是，產生針對給定負荷能夠有特定量壓縮的彈性區及空氣區，同時減少（例如，最小化）使電容回應衰退的空氣含量。生產開孔結構（諸如本文中所述者）是一種改善效率的方法，因為在對抗負荷時，開孔結構容許該結構中的空氣逸出而不對負荷回推。

【0053】 具有如圖 4C 中所大致顯示之構造的力感測裝置，其中作為導電電極之第一結構及第二結構可具有小於 2 毫微微法拉/公克力 (fF/gf) 的電容順應性（電容相對於垂直於電極表面之施加力的變化）。在力感測應用中可為所欲的是，就施加壓力、短時間回應、溫度變化、氣壓變化、和長期使用而言，電容回應皆係相對穩定的。

【0054】 在一些情況下，併入本文中所述之彈性列的力感測器、或其他裝置可曝露於流散液體，例如水，並且所欲的是減少或避免液體滲透到彈性層中，因為該液體滲透可能減損裝置的性能。直線配置之本文中所述彈性列可減少或避免液體在一個方向上的滲透。其他配置（諸如圖 6 中所繪示者），其中切割出層壓轉移膜（顯示出頂視圖）並將該層壓轉移膜配置於底漆層上以形成同心方形圖案 620，可獲得開孔結構之有效彈性特徵，同時對外部液體滲透提供障壁。

【0055】 本文中所述之層壓轉移膜亦提供將壓縮勁度及電容勁度分散到裝置中之不同區域的可能性，從而開啟了可能的設計選項。圖 7A 及 7B 顯示兩個實例，其中彈性列之間間隔會隨距離而變化。圖

7A 顯示一種設計的頂視圖，該設計在裝置邊緣提供更高之壓縮勁度及電容勁度。圖 7B 顯示一種設計的頂視圖，該設計在接近裝置中央處提供更高之壓縮勁度及電容勁度。如圖 7A 及圖 7B 中所繪示之分散式設計間隔可與切割及組裝數層之彈性列組合使用（如圖 6 中所示），或單純地與堆疊數層之彈性列（ $0^{\circ}/90^{\circ}$ 定向之層）組合使用（如圖 5A 及 5B 中所示），以產生所指定之勁度。

實例：

模擬實例：

1)幾何及假設

【0056】 如先前所討論，本文中所述之基本裝置由彈性材料列所組成，且該等彈性材料列之間散佈有空氣填充的空間，其在圖 8A 之橫截面圖及圖 8B 之俯視圖中繪示為區域 A 及區域 B。我們稱此區域為裝置的「結構化層(structured layer)」。在一些情況下（模型 1），結構化層係直接黏合至電極（材料 C），而在其他情況下（模型 2），結構化層係黏合至一絕緣載體層（材料 C），該絕緣載體層（材料 C）繼而用聚合黏著劑（材料 D）黏合至電極。在又另一情況下（模型 3），包括「底部區域(land region)」，其中該底部區域係在該結構化層正上方或下方的連續彈性材料層，就電容之目的而言，亦可將該底部區域當作載體層。在所有情況下，假設僅結構化層會變形，而所有其他層相較之下遠比該結構化層來得堅硬。

【0057】 就本分析之目的作出下列假設：

1. 此為平面應變組態，且沿著平行通道之軸(x_2)無變形發生
2. 變形只會發生在包含該結構化層之材料 A 及材料 B 中
3. 材料 B 係不可壓縮的（不會隨壓力而改變體積，亦即具有非常大之整體模數），而材料 A 係可壓縮之空氣（會隨壓力改變體積，亦即具有非常低之整體模數）。
4. 此為「開孔(open cell)」結構，允許材料 A 在壓縮和釋放期間能夠流出及流入該結構，且不會在變形時累積任何壓力。在一些情況下，通道末端可加以密閉，從而技術性地產生「閉孔(closed cell)」結構。然而在這些情況下，我們假設通道的長度相對於壓縮的區域係夠長的，因而在局部變形期間因空氣壓力累積所導致的任何回復力，相對於因變形彈性體而來的回復力係微小的。
5. 材料 B 能夠在與層 C 的介面處無摩擦地滑動。對於這些結構，技術上來說此假設係不真實的。材料 B 係黏合至層 C，且在介面處無法橫向移動。然而其可展示出對於具有小於 1:1 之寬高比（寬度/高度）的彈性列而言，此假設中的誤差在本分析中會產生表現至多 30%偏低(underrepresentation)的回復力計算結果，且對於電容計算結果的影響極微。如果需要，只要將基於珠體寬高比之修正因子應用至力的計算即可將此差異納入考量。修正因子係討論於後。

【0058】 當壓縮結構化層時，不可壓縮的彈性材料會向側邊擠壓到空氣區域中，而空氣會從結構中流出。因此，在觀看結構的俯視圖（圖 8B）時，彈性區域及空氣區域的面積將變化如下：

$$s_{\text{彈性體}} = 2LA \frac{1}{\eta} \quad s_{\text{空氣}} = 2L(B - A \frac{1}{\eta}) \quad (1a,b)$$

其中：

$s_{\text{彈性體}}$ = 單一彈性珠體變形的平面內(in-plane)面積

$s_{\text{空氣}}$ = 單一空氣通道變形的平面內面積

L = 結構的單位長度

A = 彈性珠體的半寬度

B = 兩個彈性珠體間之中心到中心(center-to-center)距離的一半

η = 「壓縮比(Compression ratio)」係定義為結構化層變形之厚度(h_{AB})除以結構化層之初始厚度： $\eta = h_{AB}/H_{AB}$ 。

【0059】 描述結構的有用度量為結構中之空氣的初始體積分率。

$$\Phi_{\text{空氣}} = 1 - \alpha \quad (2)$$

其中 $\Phi_{\text{空氣}}$ 係結構中空氣含量的初始體積分率，而 α 係結構之幾何因子，定義為 A/B ：

$$\alpha = A/B \quad (3)$$

描述壓縮後結構中的空氣含量亦會是有用的。若要作此描述，我們可以就結構層之初始體積及最終體積而考慮壓縮比如下：

$$\eta = \frac{h_{AB}}{H_{AB}} = \frac{\text{變形之體積}}{\text{初始體積}} = \frac{v_{\text{彈性體}} + v_{\text{空氣}}}{V_{\text{彈性體}} + V_{\text{空氣}}} \quad (4)$$

其中： $v_{\text{彈性體}}$ 及 $v_{\text{空氣}}$ 為壓縮後結構中之彈性體及空氣含量的體積，而 $V_{\text{彈性體}}$ 及 $V_{\text{空氣}}$ 為初始未變形狀態下之彈性體體積及空氣體積。然而請注意到，因為彈性體不可壓縮，所以壓縮後與初始狀態下的彈性體體積係相同的：

$$v_{\text{彈性體}} = V_{\text{彈性體}} \quad (5)$$

將方程式(4)的分子及分母皆除以結構化層的總體積，並使用(5)中的不可壓縮條件，我們得到：

$$\eta\delta = 1 - \Phi_{\text{空氣}} + \phi \quad (6)$$

其中 $\Phi_{\text{空氣}}$ 係於方程式(2)中定義，而 ϕ 為壓縮期間在結構化層中的空氣之體積分率。在未變形狀態下 ϕ 將會等於 $\Phi_{\text{空氣}}$ 。在壓縮期間 ϕ 將會減少，直到其到達 $\phi = 0$ 的值，這描述了當所有空氣皆被推出該層時，在結構中的「流體靜力鎖閉(hydrolocked)」狀況。

2)流體靜力鎖閉

【0060】 在這些結構之各者中，在空氣區域完全壓縮且系統變成「流體靜力鎖閉」之前，有一個結構層可以承受的最大可容許變形程

度。任何進一步壓縮都要仰賴彈性體之非常小的可壓縮性，或者仰賴彈性體自裝置本身中擠壓出來。

【0061】 此等變形會需要非常大的額外負荷，且在力感測應用中非係有用的。

【0062】 對於壓縮比的流體靜力鎖閉極限就等於結構中的彈性體體積含量，且該限制本身即為相關的設計條件。

$$\text{流體靜力鎖閉極限} = \eta_{\min} = 1 - \Phi_{\text{空氣}} \quad (7)$$

【0063】 流體靜力鎖閉(hydrolocking)極限結合材料勁度及結構判定了結構化膜可承受以及可用於力感測的最大壓力。

3)電容

【0064】 平行板電容器的電容是從電容器幾何及介電性質計算如下：

$$C_i = \frac{1}{h_i} \epsilon_0 \kappa_i s_i \quad (8)$$

其中： C_i = 電容[F]

s_i = 電容器的橫向面積[mm²]

h_i = 電容器的厚度[mm]

ϵ_0 = 自由空間磁導率(permeability) = 8.85×10^{-15} [F/mm]

κ_i = 電容器內介電質的介電常數

當電容器由兩個區域（例如空氣區域及包含圖(A1)中結構化層的彈性體區域）所組成時，總電容就是個別區域的總和，如下所示：

$$C_{AB} = C_{\text{彈性體}} + C_{\text{空氣}} = \frac{1}{h_{AB}} \epsilon_0 [\kappa_{\text{彈性體}} S_{\text{彈性體}} + \kappa_{\text{空氣}} S_{\text{空氣}}] \quad (9)$$

其中 C_{AB} 為總體構造內結構化層的總電容，而 h_{AB} 為結構化層的變形之厚度。結合方程式(1)、方程式(2)、方程式(3)、方程式(8)、及方程式(9)， C_{AB} 可以壓縮比之函數如下計算：

$$C_{AB} = \epsilon_0 \kappa_{\text{空氣}} \frac{S_{\text{施加}}}{H_{AB}} \left[\frac{1}{\eta} + (1 - \Phi_{\text{空氣}}) \left(\frac{\kappa_{\text{彈性體}}}{\kappa_{\text{空氣}}} - 1 \right) \frac{1}{\eta^2} \right] \quad (10)$$

其中： $S_{\text{施加}}$ 為結構化膜的總面積

H_{AB} 為結構膜的初始（未變形）厚度

對壓縮比(η)取導數(10)，可以看到電容隨壓縮的變化並非恆定而係如下隨壓縮變化：

$$\frac{\partial C_{AB}}{\partial \eta} = -\epsilon_0 \kappa_{\text{空氣}} \frac{S_{\text{app}}}{H_{AB}} \left[\frac{1}{\eta^2} + 2(1 - \Phi_{\text{空氣}}) \left(\frac{\kappa_{\text{彈性體}}}{\kappa_{\text{空氣}}} - 1 \right) \frac{1}{\eta^3} \right] \quad (11)$$

總電容（方程式(10)）及電容隨變形之變化（方程式(11)）作圖於圖 9A 及 9B 中，此係針對 0.2 mm 厚之結構的 10 mm × 10 mm 區域，該結構包含具有 2.7 的介電常數之彈性列。圖表顯示提高空氣含量會使結構化層的電容降低，但也會提高該層的變形範圍，讓電容在變形

下能夠增加到更高的程度。空氣含量對於電容相對於變形之導數具有類似效應。

【0065】 包括層 C 及層 D 之結構（請參見圖 8A）的總電容係藉由將個別層之電容的倒數相加如下而決定：

$$\frac{1}{C_{\text{總}}} = \frac{1}{C_{AB}} + \frac{2}{C_C} + \frac{2}{C_D} \quad (12)$$

其中 C_C 及 C_D 為個別層 C 及層 D 的電容。方程式(12)可改寫如下：

$$C_{\text{總}} = \frac{C_{AB}}{1 + NC_{AB}} \text{ 其中： } N = \frac{2}{C_C} + \frac{2}{C_D} = \frac{1}{\epsilon_0 LB} \left[\frac{H_C}{\kappa_C} + \frac{H_D}{\kappa_D} \right] \quad (13,14)$$

4)負荷回應

【0066】 假設彈性體可有效地藉由常見超彈性材料之本質方程式代表，諸如針對不可壓縮材料的孟納-里夫林(Mooney-Rivlin)方程式，可顯示出力相對於結構化層之區塊（面積 $S_{\text{施加}}$ ）的變形行為可描述如下：

$$F_{\text{總}} = S_{\text{施加}} G(1 - \Phi_{\text{空氣}}) \left(\eta - \frac{1}{\eta^3} \right) \quad (15)$$

其中 $F_{\text{總}}$ 為區域的總回復力，而 G 為彈性體的剪切模數。機械順應性是力相對於壓縮比的導數，其計算如下：

$$\frac{\partial F_{\text{總}}}{\partial \eta} = S_{\text{施加}} (1 - \Phi_{\text{空氣}}) G \left(1 + 3 \frac{1}{\eta^4} \right) \quad (16)$$

【0067】 以上應力分析（方程式 15 及方程式 16）係基於彈性體在載體介面之無摩擦滑動的假設。彈性體將黏合在介面處。若要將此差異納入考量，則必須對負荷使用修正因子。我們可以藉由比較具有固定邊界條件之彈性珠體 2D 平面應變截面的有限元素模型之結果與具有自由滑動邊界條件（如用來產生方程式(15)者）之相同模型的結果來找出此修正因子。

【0068】 若要將黏著劑對一或多個層 C 之黏著性納入考量，可將下列修正因子應用到負荷計算：

$$f = 1 + (0.1348)(2A/H_{AB}) + (0.1849)(2A/H_{AB})^2 \quad (17)$$

其中 f 為修正因子，而數量 $(2A/H_{AB})$ 為彈性珠體之全寬高比。將此修正因子併入到負荷計算中，將方程式(15)及方程式(16)改寫為：

$$F_{\text{總}} = fS_{\text{施加}} G(1 - \Phi_{\text{空氣}})(\eta - \frac{1}{\eta^3}) \frac{\partial F_{\text{總}}}{\partial \eta} = fS_{\text{施加}} G(1 - \Phi_{\text{空氣}})(1 + 3\frac{1}{\eta^4}) \quad (18, 19)$$

圖 10A 及圖 10B 之圖表顯示總回復力及機械順應性隨壓縮比及所施加力而變動的情形，此係針對以彈性體製成之寬高比 1:1 之列的 10 mm × 10 mm 方形區塊，該彈性體具有 0.1 MPa 之剪切模數，且在整體結構中具有一系列的空氣含量。從圖 10A 及圖 10B 之圖表可以看到，增加空氣含量會增加結構在微小變形時的順應性，但順應性會隨著負荷而快速下降。具有較低空氣含量之結構具有對於負荷有較穩定之機械順應性，而且也會在較小的負荷下到達流體靜力鎖閉極限。

5)電容順應性回應

【0069】 電容順應性是電容隨施加負荷的變化。對各個結構而言，只要如下取方程式(11)與方程式(19)之比，就可輕易地將其找出：

$$\text{電容順應性} = \frac{\partial C_{AB}}{\partial F_{\text{總}}} = \frac{\partial C_{AB}}{\partial \eta} \frac{\partial \eta}{\partial F_{\text{總}}} = \frac{\partial C_{AB}}{\partial \eta} \left(\frac{\partial F_{\text{總}}}{\partial \eta} \right)^{-1} \quad (20)$$

$$\frac{\partial C_{AB}}{\partial F_{\text{總}}} = -2 \frac{\epsilon_0 K_{\text{空氣}}}{tGH_{AB}} \frac{\eta}{(\eta^4 + 3)} \left[\frac{\eta}{2(1 - \Phi_{\text{空氣}})} + \left(\frac{K_{\text{彈性體}}}{K_{\text{空氣}}} - 1 \right) \right] \quad (21)$$

從以上方程式可以看到，電容順應性與結構厚度(H_{AB})及彈性體的剪切模數具有倒數關係。這表示電容順應性將會隨著結構的厚度減少而增加。電容順應性也會隨著彈性體勁度增加而減少。

【0070】 針對具有一系統空氣含量的通道結構，將電容順應性隨負荷而變動之情況作圖於圖 11 中。圖 11 是電容順應性對施加負荷之變化圖，此係針對具有 0.2 mm 結構之彈性列的 10 mm × 10 mm 區域，該等彈性列具有 0.1 MPa 之剪切模數及 2.7 之介電常數（模型 1）。圖 11 之圖表顯示增加空氣含量會提高電容順應性但僅適用於較小負荷的情況。當負荷夠高時，無論空氣含量多寡，對於所有結構而言，電容順應性大體上都相同。空氣含量在此處的效益純粹只是提高在流體靜力鎖閉發生之前，可對結構施加的可容許負荷。就實際而言，這表示在將空氣加到結構時，對於電容順應性會有一個報酬遞減點(point of diminishing returns)，並且結構中的空氣量實質上是由結

構化層需要發揮功能的負荷範圍而定。若結構需要接受較大的負荷，則具有較高剪切模數的彈性體會係有幫助的。

6)底部及載體層的影響

【0071】 若連接材料（例如載體層、黏著劑、或底部（模型 2 或模型 3））存在於結構化層上，則總電容順應性係藉由取方程式(13)相對於之力的導數而決定，產生下式：

$$\frac{\partial C_{\text{總}}}{\partial F_{\text{總}}} = \frac{1}{(1 + NC_{AB})^2} \frac{\partial C_{AB}}{\partial F_{\text{總}}} \quad (22)$$

其中 $\frac{\partial C_{\text{總}}}{\partial F_{\text{總}}}$ 為整個結構的電容順應性，而數量 N 係定義在方程式(14)中。

【0072】 若我們考慮用來產生圖 11 中之圖表的實例，並把彈性底部加到結構之一側（模型 3），方程式(22)顯示對於總電容順應性的影響可能相當明顯且係負面的。這些效應係作圖於圖 12 中。

【0073】 若我們考慮包含 0.2 mm 結構化層之結構（模型 2），該結構化層係夾置於兩個 12.5 μm 厚的聚醯亞胺膜($\kappa_C = 3.4$)層之間，且各聚醯亞胺膜層具有 25 μm 厚的熱黏合膜($\kappa_D = 4.4$)層，則對於整個單純結構化層（無如模型 1 中者的連接材料）的影響係示於圖 13。圖 13 顯示聚醯亞胺載體層及黏合膜對結構之電容順應性的影響。

7)變數相依性

【0074】 圖 14 至圖 21 中之圖表顯示了來自結構化層之基本情況（模型 1）的參數變化，該等參數係列示於下。若變數並未列示在圖表上，其值係列示於下：

總施加面積：	100 mm ² (10 mm × 10 mm)
空氣含量：	50%
珠體寬度/高度：	1.0
厚度（高度）：	0.2 mm
底部厚度：	0 mm
彈性體剪切模數：	0.1 MPa
彈性體介電常數：	2.7
載體層：	無

【0075】 圖 14 提供了針對結構化層之各種不同列寬高比，到達流體靜力鎖閉之壓力除以彈性材料之剪切模數相對於結構化層之空氣含量的圖表（模型 1）。

【0076】 圖 15 的圖表提供了針對各種不同空氣含量值，結構化層（模型 1）之電容順從性相對於施加負荷。

【0077】 圖 16 之一系列圖表提供了結構化層（模型 1）之電容順應性相對於彈性列之寬高比。

【0078】 圖 17 提供了針對結構化層（模型 1）之各種不同高度，電容順應性相對於施加負荷之一系列圖表。

【0079】 圖 18 包括了針對各種不同剪切模數值，結構化層（模型 1）之電容順應性相對於施加負荷之一系列圖表。

【0080】 圖 19 包括了針對彈性材料之各種不同介電常數值，結構化層（模型 1）之電容順應性相對於施加負荷之一系列圖表。

【0081】 圖 20 包括了針對剪切模數與初始未變形厚度之乘積的各種不同值，結構化層（模型 1）之電容順應性相對於施加負荷之一系列圖表。

【0082】 圖 21 提供了針對一具有底部之結構化層（模型 3），各種不同的底部區域厚度與初始未變形厚度(H_{AB})比值，電容順應性相對於施加負荷之一系列圖表。

6)結構化層之設計

【0083】 本揭示的一個設計目的是找出結構的操作範圍，該操作範圍在所需之負荷範圍內會生產出所需電容順應性，同時也會將結構中經常使其他性能性質（如剝離強度）劣化的空氣含量降至最低。

【0084】 為了有助於此設計中，我們引進了「空隙效率(void efficiency)」的概念。理想狀況是當在該結構之最大所需操作壓縮壓力下時，會發生流體靜力鎖閉狀況。若流體靜力鎖閉狀況在高於最大操作範圍之壓力下時才會發生，則額外的空隙空間不會被有效利用，而該設計並非最佳的。基於此說明，將空隙效率定義如下：

$$\text{空隙效率} = E_v = \left[1 - \frac{\phi_{\text{最大負荷}}}{\Phi_{\text{空氣}}} \right] \times 100\% \quad (23)$$

其中 $\phi_{\text{最大負荷}}$ 是當結構受到最大所需壓縮壓力時，結構中的剩餘空氣含量，而 $\Phi_{\text{空氣}}$ 是如早先所定義之初始空氣含量。如果 $\phi_{\text{最大負荷}} = \Phi_{\text{空氣}}$ ，則結構之空隙效率為 100%。如果 $\phi_{\text{最大負荷}} = \frac{1}{2}\Phi_{\text{空氣}}$ ，則結構之空隙效率為 50%，以此類推。

【0085】 接下來可以組合方程式(23)與方程式(6)、方程式(7)、及方程式(19)以給出下列者：

$$\eta_{\text{最大負荷}} \delta = 1 - \Phi_{\text{空氣}} + \phi_{\text{最大負荷}} \delta = 1 - E_v \Phi_{\text{空氣}} \quad (24)$$

$$P^* = -\frac{F_{\text{max}}}{f S_{\text{施加}} G} \quad P^* = (1 - \Phi_{\text{空氣}}) \left[(1 - E_v \Phi_{\text{空氣}}) - \frac{1}{(1 - E_v \Phi_{\text{空氣}})^3} \right] \quad (25, 26)$$

其中我們引進數量 P^* ，在此將該 P^* 稱為「正規化最大壓力 (Normalized maximum pressure)」。也請記得， f 是在方程式(17)中定義為列之寬高比之函數的邊界條件之負荷修正因子：

$$f = 1 + (0.1348)(2A/H_{AB}) + (0.1849)(2A/H_{AB})^2 \quad (17)$$

為了設計出有效率的結構，我們從指定該結構必須支撐的最大壓力（在指定區域上的最大負荷）及目標珠體寬高比開始，使用方程式(25)計算 P^* 。結構中所需的空氣含量可接著使用方程式(26)來決定。可惜的是，方程式(26)無法直接以 $F_{\text{空氣}}$ 隨 P^* 而變動之形式輕易解出。然而我們可以建立方程式(26)的圖表，該圖表可以用於相同目的，如以下在圖 22 中所顯示。圖 22 提供了在給定之空隙效率下，使結構化層能夠支撐最大正規化壓力 P^* 所需的最小空氣含量。圖 22 說明了針

對小於 100%的空隙效率，無論空氣含量為何，給定之結構可接受之 P^* 有一個最大值。為了達到更高的負荷範圍，可使用具有較高剪切模數之彈性體。

【0086】 一旦決定了最佳空氣含量，可接著使用方程式(21)來產生設計圖表，其著重在達到特定電容順應性所需的結構設計參數。可將方程式(21)改寫如下：

$$C^* = -\frac{fGH_{AB}}{\epsilon_0 \kappa_{\text{空氣}}} \left(\frac{\partial C_{AB}}{\partial F_{\text{總}}} \right) \quad C^* = \frac{2\eta}{(\eta^4 + 3)} \left[\frac{\eta}{2(1 - \Phi_{\text{空氣}})} + \left(\frac{\kappa_{\text{彈性體}}}{\kappa_{\text{空氣}}} - 1 \right) \right] \quad (27,28)$$

其中引進數量 C^* ，將該數量 C^* 稱為「正規化電容順應性(normalized capacitive compliance)」。電容順應性對壓縮並非恆定，而是會隨壓縮變形增加而單掉地降低。因此最有用的是在最高壓縮下評估(28)，以確保電容順應性一直維持在目標之上。我們可以藉由將方程式(24)代入方程式(28)中（如下）來達成此點：

$$C^* \leq \frac{2(1 - E_v \Phi_{\text{空氣}})}{[(1 - E_v \Phi_{\text{空氣}})^4 + 3]} \left[\frac{(1 - E_v \Phi_{\text{空氣}})}{2(1 - \Phi_{\text{空氣}})} + \left(\frac{\kappa_{\text{彈性體}}}{\kappa_{\text{空氣}}} - 1 \right) \right] \quad (29)$$

圖 23 及圖 24 中，針對一系列空隙效率及彈性體介電常數，將方程式(29)對空氣含量作圖。圖 23 包括了針對一系列空隙效率及 2.7 之彈性體介電常數，結構之最大可達 C^* 相對於空氣含量的圖表。圖 24 包括了針對一系列彈性體介電常數及 80%之空隙效率，結構之最大可達 C^* 相對於含量的圖表。針對指定的空氣含量、空隙效率、及彈性體介電常數，圖表出顯示結構的可達「正規化電容順應性(normalized

capacitive compliance)」。可容許的結構模數及結構厚度可接著從方程式(27)決定

設計實例#1：

【0087】 結構化膜可經設計以在 10 mm × 10 mm 區塊上，在 0 kg_f 至 1 kg_f 的負荷範圍內，提供至少 -4 fF/g_f 的電容順應性。結構化膜使用具有 0.1 MPa 之剪切模數及 2.7 之介電係數的彈性體。結構中沒有底部也沒有載體層。假設：80% 之空隙效率。

【0088】 我們將由考慮三個不同的珠體寬高比（寬/高）開始：
1/2、1、及 2。使用方程式(17)計算負荷修正因子如下：

$$f = 1 + (0.1348)(2A/H_{AB}) + (0.1849)(2A/H_{AB})^2 \quad (17)$$

$$f_{1/2} = 1 + (0.1348)(0.5) + (0.1849)(0.5)^2 = 1.1$$

$$f_1 = 1 + (0.1348)(1) + (0.1849)(1)^2 = 1.3$$

$$f_2 = 1 + (0.1348)(2) + (0.1849)(2)^2 = 2.0$$

使用方程式(25)計算 P* 值如下（請注意壓縮力為負值）：

$$P^* = -\frac{F_{\max}}{s_{\text{施加}} G} \quad (25)$$

$$P^*_{1/2} = -(-1 \text{ kg}_f)(9.806 \text{ N/kg}_f)/(100 \text{ mm}^2)/(0.1 \text{ MPa})/(1.1) = 0.89$$

$$P^*_1 = -(-1 \text{ kg}_f)(9.806 \text{ N/kg}_f)/(100 \text{ mm}^2)/(0.1 \text{ MPa})/(1.3) = 0.74$$

$$P^*_2 = -(-1 \text{ kg}_f)(9.806 \text{ N/kg}_f)/(100 \text{ mm}^2)/(0.1 \text{ MPa})/(2) = 0.49$$

使用圖 22，假設 80% 之空隙效率來計算最佳空氣含量： $\Phi_{\text{空氣}(\frac{1}{2})} = 0.26$ ； $\Phi_{\text{空氣}(1)} = 0.22$ ； $\Phi_{\text{空氣}(2)} = 0.15$ 。

【0089】 從圖 23 或圖 24，針對給定之空氣含量、介電常數、和空隙效率來決定 C^* ： $C^*_{(\frac{1}{2})} = 0.72$ ； $C^*_{(1)} = 0.73$ ； $C^*_{(2)} = 0.74$ 。

【0090】 重新排列方程式(27)，並請記得 $\kappa_{\text{空氣}} = 1.0$ 且 $\epsilon_0 = 8.85$ [fF/mm]，因此我們可以計算構造的最大可容許厚度：

$$H_{AB} = -\frac{C^* \epsilon_0 \kappa_{\text{空氣}}}{fG \left(\frac{\partial C_{AB}}{\partial F_{\text{總}}} \right)} \quad (30)$$

$$H_{AB(\frac{1}{2})} = -(0.66)(8.85 \text{ [fF/mm]})(1.0)/(1.1)/(0.1 \text{ MPa})/(-4 \text{ fF/gf})(.009806 \text{ N/gf}) = 0.14 \text{ mm}$$

$$H_{AB(1)} = -(0.67)(8.85 \text{ [fF/mm]})(1.0)/(1.3)/(0.1 \text{ MPa})/(-4 \text{ fF/gf})(.009806 \text{ N/gf}) = 0.12 \text{ mm}$$

$$H_{AB(2)} = -(0.68)(8.85 \text{ [fF/mm]})(1.0)/(2.0)/(0.1 \text{ MPa})/(-4 \text{ fF/gf})(.009806 \text{ N/gf}) = 0.08 \text{ mm}$$

【0091】 這表示使用三個寬高比全都可以符合規格。然而，構造的厚度不可大於以上針對給定寬高比所列出的值。最終寬高比的選擇可能會係基於其他性質（諸如取決於結構厚度及空氣含量的剝離強度和可加工性）之平衡的。

【0092】 在另一實例中，構造設計係藉由尋求多個變數可以產生有用的構造的可能範圍而達成，請注意到：有多個變數需要考慮。產生工作模型的一個方法是使用蒙地卡羅(Monte-Carlo)分析。在此方法中，我們首先找出一或多個度量，以及計算這些度量所需要的所有變

數。接著定義該等度量的有用範圍及該等變數的可能（極端）範圍。接著，只要使用從可能範圍中隨機選出的變數來執行許多情況。藉由整理出不同的性能程度，然後將該等性能程度對變數或變數叢集作圖，接著就可以基於該模型快速地找出可能的設計空間。

應用基於蒙地卡羅的方法：

性能度量係定義為：

- 1) 電容順應性
- 2) 最大可容許壓力。

【0093】 模型變數及極端範圍係如表 1 中所示定義。

表 1

變數名稱	變數符號	最小值	最大值	單位
空隙效率：	VE	0.1	1	
寬高比(w/H)：	AR	0.001	2	
剪切模數：	G	0.01	1000	[MPA]
彈性體介電常數：	kb	1	100	
結構厚度：	HAB	0.01	10	[mm]
空氣含量：	ϕA	0.01	0.95	

【0094】 對表 1 中的變數執行一萬(10,000)個隨機情況，並將該等情況對該等變數作圖。對個別變數作圖的蒙地卡羅結果係示於圖 25A 至圖 25E 中。可達電容順應性及最大壓力範圍列於表 2 中。

表 2

變數名稱	符號	單位	值：	最小值	範圍1	範圍2	範圍3	範圍4	範圍4	最大值
寬高比(w/H)：	AR		值：	0.001	0.01	0.1	0.2	0.5	1	2
			電容順應性 (Cap Comp)：	Min [fF/g]：	5.05E-07	7.47E-07	6.54E-07	7.35E-07	8.19E-07	3.50E-07
				Max [fF/g]：	43295	52736	35346	25478	21558	20590
			Pmax	Min [MPa]：	7.12E-05	6.21E-05	1.46E-04	1.96E-04	6.92E-05	2.41E-04
				Max [MPa]：	133237	218153	80956	155026	110734	149694
剪切模數：	G	[MPa]	值：	0.01	0.1	1	10	100	1000	10000
			電容順應性 (Cap Comp)：	Min [fF/g]：	3.79E-02	1.98E-03	3.87E-04	2.34E-05	1.37E-06	3.50E-07
				Max [fF/g]：	52736	3667	575	37	4	0.35
			Pmax	Min [MPa]：	6.21E-05	2.32E-04	1.12E-03	6.24E-02	1.62E-01	3.79E+00
				Max [MPa]：	5	134	711	7041	60468	218153
彈性體介電常數：	kb		值：	1	2	5	10	20	100	200
			電容順應性 (Cap Comp)：	Min [fF/g]：	3.50E-07	6.54E-07	2.25E-06	4.84E-06	1.05E-05	7.09E-05
				Max [fF/g]：	570	919	1524	3861	12694	52736
			Pmax	Min [MPa]：	3.15E-04	1.78E-04	1.07E-04	6.92E-05	6.21E-05	1.99E-04
				Max [MPa]：	149694	103302	65867	155026	218153	127317
結構厚度：	HAB	[mm]	值：	0.01	0.03	0.1	0.3	1	3	10
			電容順應性 (Cap Comp)：	Min [fF/g]：	1.19E-04	4.58E-05	1.80E-05	2.42E-06	9.11E-07	3.50E-07
				Max [fF/g]：	52736	15949	3606	1613	363	148
			Pmax	Min [MPa]：	6.21E-05	6.92E-05	1.16E-04	1.96E-04	9.12E-05	7.12E-05
				Max [MPa]：	133237	125435	218153	115374	110734	149694
空氣含量：	phiA	[mm]	值：	0.01	0.2	0.4	0.6	0.8	0.9	0.95
			電容順應性 (Cap Comp)：	Min [fF/g]：	7.35E-07	5.05E-07	7.47E-07	3.50E-07	1.69E-06	2.76E-06
				Max [fF/g]：	52736	20590	43295	33097	25478	33587
			Pmax	Min [MPa]：	6.21E-05	1.75E-04	1.96E-04	2.31E-04	1.07E-04	9.12E-05
				Max [MPa]：	5180	17037	38554	149694	133237	218153
(剪切模數)* (結構厚度)	G*H	[MPa*mm]	值：	0	0.01	0.1	1	10	100	100000
			電容順應性 (Cap Comp)：	Min [fF/g]：	0.75	0.082	0.0136	1.98E-03	4.23E-05	3.50E-07
				Max [fF/g]：	52736	678	86	8	1	0
			Pmax	Min [MPa]：	6.21E-05	9.12E-05	7.12E-05	4.33E-04	3.12E-02	2.61E-01
				Max [MPa]：	9	711	800	19787	90132	218153
(剪切模數)* (結構厚度) / (介電常數)	G*H/kb	[MPa*mm]	值：	0	0.01	0.1	1	10	100	100000
			電容順應性 (Cap Comp)：	Min [fF/g]：	0.546	0.044	0.0066	8.39E-04	4.23E-05	3.50E-07
				Max [fF/g]：	52736	7	0.81	0.10	0.0139	0.0023
			Pmax	Min [MPa]：	6.21E-05	3.67E-04	1.50E-03	6.65E-03	6.02E-02	8.60E-01
				Max [MPa]：	261	19787	90132	127317	218153	149694
(AR修正因子)* (剪切模數)*(結構 厚度)/(介電常數)	f*G*H/kb	[MPa*mm]	值：	0	0.01	0.1	1	10	100	100000
			電容順應性 (Cap Comp)：	Min [fF/g]：	0.693	0.0816	0.0066	8.39E-04	4.23E-05	3.50E-07
				Max [fF/g]：	52736	7	0.8	0.103	0.0139	0.00228
			Pmax	Min [MPa]：	6.21E-05	3.67E-04	1.50E-03	6.65E-03	6.02E-02	8.60E-01
				Max [MPa]：	248	19787	90132	127317	218153	149694
(AR修正因子)* (剪切模數)* (1-空氣含量)	f*G*(1-phiA)	[MPa]	值：	0	1	10	100	1000	10000	18738.7024
			電容順應性 (Cap Comp)：	Min [fF/g]：	8.39E-04	4.23E-05	6.52E-06	1.37E-06	3.50E-07	1.29E-04
				Max [fF/g]：	52736	456	30	4.19	0.239	0.007
			Pmax	Min [MPa]：	6.21E-05	0.00112	0.062	0.16	3.8	100.8
				Max [MPa]：	711	7041	65441	218153	149694	6347

【0095】 一些圖 25 中所示之圖表暗示了某些變數係有重要性的，且有些度量值可大略連繫到特定變數的範圍。然而在將某些變數叢集在一起時，可以更清楚地看到這些範圍，如圖 26A 至圖 26D 及表 2 中所示。從圖 26A 至圖 26D 中可觀察到顯然有一個變數叢集特別有用。叢集 $G*HAB/kb$ 可用於找出達到電容順應性的必要條件。具有在

0.01 Mpa*mm 至 0.1 Mpa*mm 之間的範圍內之 G^*HAB/kb 值的許多結構可產生具有在 0.04 fF/gf 至 7.29 fF/gf 之間的範圍內之電容順應性的結構。對於具有大於 7 fF/gf 之電容順應性的結構而言， G^*HAB/kb 必須小於 0.1 MPA*mm。

製作實例：

【0096】 設備設定：將一組四部擠壓機經由絕緣頸式管連接到進料區塊及模具中，類似於美國專利申請案 20130009336 中所述的製造設定。在此情況下，將四道分開的材料流輸入擠壓到具有圖 27 中所示之重複圖案的一系列槽口中。針對此技術所採用的進料槽口尺寸可顯著地改變，但通常安排為提供寬度及高度係 4 至 30 密耳的個別流道。通道幾何形狀、及流率、還有在個別聚合物通道所採用之融熔程序溫度下的黏彈性行為，將對於共擠壓結構的最終相對幾何形狀（相對高度及寬度）具有強烈影響。本文所採用材料的一般融熔列(melt train)溫度在 350 F 至 500 F 的範圍。進料流之間的流率比在 1:6 至 6:1 的範圍，取決於所欲之幾何形狀。

【0097】 模具一般位於澆鑄站（具有 60°F 6"直徑不鏽鋼冷卻輥）上方一英吋或更低的高度，帶材在澆鑄站上淬冷成固體形式，然後運輸到捲繞站。澆鑄站及捲繞機的帶離速度傾向於決定帶材的最終卡尺測量結果。

【0098】 在以下實例中，複數個流道係定位成如圖 27 中所示之重複圖案。第一複數個流道（進料流(feed stream) A）定位成在水平

方向上相鄰於第二複數個流道（進料流 B）。第三複數個流道（進料流 C）置放成（在下方）垂直相鄰於該第二複數個流道，而第四複數個流道（進料流 D）定位成水平相鄰於該第三複數個流道且（在下方）垂直相鄰於該第一複數個流道。進料流 A 及進料流 D 之流道之寬度係 4 密耳，而進料流 B 及進料流 C 之流道之寬度係 12 密耳，而流道之高度於 15 密耳與 30 密耳之間變化。

【0099】 實例 1 至實例 7：將具有美國專利 7,501,184 第 4 頁上所述之化學式 I 的聚矽氧聚乙二醯胺，其中 R1 為-CH₃，R3 為-H，G 為-CH₂CH₂-，n 為約 335，p = 1，Y 為-CH₂CH₂CH₂-（可得自 3M company, St. Paul, Minnesota）饋入至進料流 A 中，並且將 VISTAMAXX™ 3980（乙烯/PP 共聚物）（可得自 ExxonMobil Chemical, Houston, Texas）且在一些情況下將 VISTAMAXX™ 6202 饋入進料流 B、進料流 C、及進料流 D 中。表 3 描述所產生樣本之材料、溫度、及流率。

表 3

實例#	模具溫度 (°F)	進料流A			進料流B			進料流C			進料流D		
		進料流A材料	進料率 (#/hr)	融熔列溫度(°F)	進料流B材料	進料率 (#/hr)	融熔列溫度(°F)	進料流C材料	進料率 (#/hr)	融熔列溫度(°F)	進料流D材料	進料率 (#/hr)	融熔列溫度(°F)
1	450	聚矽氧聚乙二醯胺	1.5	425	Vistamaxx 3980	1.6	450	Vistamaxx 3980	2.8	450	Vistamaxx 3980	1.7	425
2	450	聚矽氧聚乙二醯胺	1.5	425	Vistamaxx 3980	1.6	450	Vistamaxx 3980	2.8	450	Vistamaxx 3980	1.7	425
3	450	聚矽氧聚乙二醯胺	0.5	425	Vistamaxx 3980	0.8	450	Vistamaxx 3980	1.4	450	Vistamaxx 3980	0.5	425
4	500	聚矽氧聚乙二醯胺	0.5	425	Vistamaxx 3980	1.6	450	Vistamaxx 3980	0.7	450	Vistamaxx 3980	0.75	425
5	450	聚矽氧聚乙二醯胺	0.5	425	Vistamaxx 3980	0.8	450	Vistamaxx 3980	0.7	450	Vistamaxx 3980	0.75	425
6	450	聚矽氧聚乙二醯胺	0.75	425	Vistamaxx 3980	1.2	450	Vistamaxx 6202	1	450	Vistamaxx 3980	0.4	425
7	450	聚矽氧聚乙二醯胺	0.75	425	Vistamaxx 3980	1.2	450	Vistamaxx 6202	1	450	Vistamaxx 6202	0.75	425

【0100】 表 4 提供關於 A 通道從結構化襯墊上移除之可移除性的尺寸及額外細節。

表 4

實例 #	整體卡尺測量結果 (μm)	A通道高度 (μm)	A通道寬度 (μm)	A通道間隙(μm)	A通道 % Proud	A通道寬度/高度比	A通道佔有比率	A通道形狀	A通道可以高保真度轉移？
1	560	305	147	127	80%	0.48	0.54	矩形	輕易
2	512.5	254	122	238	80%	0.48	0.34	矩形	輕易
3	290	124	89	193	50%	0.72	0.32	修圓矩形	輕易
4	395	92	92	282	5%	1.00	0.25	修圓矩形	輕易
5	385	128	180	231	20%	1.40	0.44	半圓形	輕易
6	380	211	156	338	-5%	0.74	0.32	平頂三角形	不完全
7	457.5	267	158	348	5%	0.59	0.31	修圓矩形	輕易

【0101】 整體卡尺測量結果代表膜的整體高度。A 通道高度及寬度描述這些膜中之聚矽氧聚乙二醯胺的平均高度及寬度。A 通道間隙代表在該等 A 通道結構之間的平均距離。A 通道凸出% (% Proud)係指 A 通道突出於圖案化襯墊膜之上的估計% (以面積計)。A 通道之寬度/高度比係不言自明的，而 A 通道的佔有比率只是單純地計算 A 通道寬度除以 (A 通道寬度+A 通道間之間隙寬度)。A 通道形狀是 A 通道結構在擠壓期間所形成之形狀的粗略描述。可以高保真度轉移之 A 通道圓柱體係意謂著聚矽氧聚乙二醯胺線條從結構化襯墊物品轉移到塗有底漆之膜係容易的。高保真度意味著在用手層壓之後且在移除步驟之前，當這些實例在 85°C 下經歷 5 min 的熱時，聚矽氧聚乙二醯胺通道完全或幾乎完全轉移。

【0102】 實例 8 至實例 11：在這些實例中，進料流 A 係由先前在表 3 中所描述及指示的彈性熱塑性材料中之一者所饋料。進料流

B、進料流 C、及進料流 D 係由 PETg GN071 所饋料，其係可得自 Eastman Chemical Company, Kingsport, TN 的共聚酯。

【0103】 表 5 描述用來產生實例 8 至實例 11 的樣本之材料、溫度、及流率。

表 5

實例#	模具溫度 (°F)	進料流A			進料流B			進料流C			進料流D		
		進料流A材料	進料率 (#/hr)	融熔列溫度 (°F)	進料流B材料	進料率 (#/hr)	融熔列溫度 (°F)	進料流C材料	進料率 (#/hr)	融熔列溫度 (°F)	進料流D材料	進料率 (#/hr)	融熔列溫度 (°F)
8	500	Infuse 9500	1.5	450	PETg GN071	1.4	475	PETg GN071	1.4	475	PETg GN071	1.4	475
9	475	Kraton G1645	1.5	450	PETg GN071	1.4	475	PETg GN071	1.4	475	PETg GN071	1.4	475
10	500	Exact 8201	1.5	500	PETg GN071	1.4	475	PETg GN071	1.4	475	PETg GN071	1.4	475
11	450	Kraton D1161	1.5	400	PETg GN071	1.4	475	PETg GN071	1.4	475	PETg GN071	1.4	475

【0104】 預期到這些共擠壓物品會產生可從結構化共聚酯襯墊輕易移除的彈性體。

【0105】 實例 12 至實例 14 之總成：使結構化可剝離襯墊膜（如實例#1 至實例#7 中所描述）與 PET 膜接觸，該 PET 膜具有經塗有如上所討論之底漆材料的第一表面。使用手持層壓器及正常壓力以達到合理之表面對表面接觸，接著在 85 °C 烘箱中進行 5 分鐘熱浸，以使聚矽氧聚乙二醯胺之彈性列基本上完全從該結構化可剝離襯墊膜上移除。以類似方式，以用手層壓方式將具有經塗有底漆之第一表面的第二 PET 膜附接至聚矽氧聚乙二醯胺之彈性列，以及進行額外的 85 °C 熱處理。將樣本 12 及樣本 13 層壓至 2 - 2 密耳 PET 膜，同時將樣本 14 層壓至 2 - 1 密耳 PET 膜。使所有樣本經歷額外升高溫度一段額外時

間。表 6 著重在層壓樣本的幾何形狀及一些自這些樣本上所執行之測試的性能結果：

表 6

實例#	物品高度 (μm)	PET膜高度 (μm)	熱浸溫度 (°C)	熱浸時間 (min)	彈性體結構高度 (μm)	彈性體結構寬度 (μm)	結構間隙 (寬度) (μm)	彈性體寬度/高度比	彈性體佔有比率	電容順應性 (fF/gf)	5N機械順應性 (nm/gf)	180 °剝離強度 (g/in)
12	240	50 (X2)	95	15	140	233	280	1.67	0.45	3.84	70	436
13	318	50 (X2)	85	15	218	164	185	0.75	0.47	2	72	530
14	230	25 (X2)	85	15	180	135	273	0.75	0.33	3.1	77	373

【0106】 物品高度係指總物品高度（包括 PET 膜），各 PET 膜的高度係註記在 PET 膜高度欄中。熱浸溫度及時間代表樣本在升高溫度之烘箱中所花的額外時間。彈性結構之高度及寬度描述各聚矽氧聚乙二醯胺列（該各聚矽氧聚乙二醯胺列在層壓後大致係矩形）的平均高度及寬度。結構之間的間隙代表結構邊緣之間的平均間隙寬度。彈性體寬度/高度比及彈性體含量係先前在本文件中所述之計算。

【0107】 電容順應性是施加在樣本上之每單位力所造成之電容變化的一種量度。為了對其有效測量，需要將傳導塗層施加至層壓結構的頂表面及底表面，然後測量電容相對壓縮力之變化。

【0108】 5N 機械順應性係在對層壓體樣本之 25 mm 盤施加 5N 壓縮力之後，其壓縮程度之計算。此係以 1 Hz 在 Ares G2 上在 20°C 下進行。

【0109】 180 °剝離強度係使用 Imass SP-2100 測試單元、1"寬乘以 6"長之條帶、5 kg 荷重元、12 in/min 下的剝離速率進行。

以層壓轉移膜#1 製成之測試結構的性能資訊：

【0110】 剝離力（標準 180 度剝離）> 300 克/英吋

5N 機械順應性（藉由所需力相對於偏轉而定義）50 g/nm

電容順應性> 1 fF/gf

本文中所討論的項目包括：

項目 1.一種層壓轉移膜，其包含：

多個離散的彈性材料列及隔開相鄰列之空間；以及

一可剝離襯墊，該可剝離襯墊係設置於該等列上並設置於該等相鄰列間之該等空間中，其中該可剝離襯墊未實質黏附至該彈性材料。

【0111】 項目 2.如項目 1 之層壓轉移膜，其中該等彈性材料列具有下列中之一者：半圓形橫截面形狀、矩形橫截面形狀、三角形橫截面形狀、截頭三角形橫截面形狀、及沙漏形橫截面形狀。

【0112】 項目 3.如項目 1 之層壓轉移膜，其中該彈性材料包含聚矽氧熱塑性或熱固性材料。

【0113】 項目 4.如項目 1 之層壓轉移膜，其中該彈性材料為聚矽氧聚乙二醯胺。

【0114】 項目 5.如項目 1 之層壓轉移膜，其中該彈性材料包含烯烴共聚物及苯乙烯嵌段共聚物之至少一者。

【0115】 項目 6.如項目 1 之層壓轉移膜，其中該彈性材料之剪切模數小於約 500 MPa。

【0116】 項目 7.如項目 6 之層壓轉移膜，其中該剪切模數與該等彈性列之未變形高度的乘積小於 13 MPa*mm。

【0117】 項目 8.如項目 6 之層壓轉移膜，其中該剪切模數在-20 °C 至 60 °C 之溫度範圍內之變化小於約 50%。

【0118】 項目 9.如項目 1 之層壓轉移膜，其中該彈性材料具有小於約-30 °C 之玻璃轉移溫度。

【0119】 項目 10.如項目 1 之層壓轉移膜，其中該彈性材料具有小於或等於約 0.5 之 $\tan \delta$ 。

【0120】 項目 11.如項目 1 之層壓轉移膜，其中該可剝離襯墊為熱塑性材料。

【0121】 項目 12.如項目 1 之層壓轉移膜，其中該可剝離襯墊為烯烴。

【0122】 項目 13.如項目 1 之層壓轉移膜，其中該可剝離襯墊包含聚丙烯或聚乙烯。

【0123】 項目 14.如項目 1 之層壓轉移膜，其中該可剝離襯墊對該等特徵之附接係由剝離力表徵，而該剝離力小於約 100 克/英吋。

【0124】 項目 15.如項目 1 之層壓轉移膜，其中該可剝離襯墊包括離型添加劑。

【0125】 項目 16.如項目 1 之層壓轉移膜，其中各彈性材料之列具有一高度及一寬度，其中該寬度對該高度之比大於約 0.3 且小於約 10。

【0126】 項目 17.如項目 1 之層壓轉移膜，其中該等列之一高度係在約 0.1 mm 至約 10 mm 之範圍內。

【0127】 項目 18.如項目 1 之層壓轉移膜，其中該等列之寬度係介於約 50 μm 至約 400 μm 之間。

【0128】 項目 19.如項目 1 之層壓轉移膜，其中相鄰列間之該等空間的寬度係約 50 μm 至約 400 μm 之間。

【0129】 項目 20.如項目 1 之層壓轉移膜，其中該層壓轉移膜之彈性含量具有 5%至 99%之範圍。

【0130】 項目 21.如項目 1 之層壓轉移膜，其中該層壓轉移膜之彈性含量具有 25%至 75%之範圍。

【0131】 項目 22.如項目 21 之層壓轉移膜，其中該彈性含量為約 50%。

【0132】 項目 23.如項目 21 之層壓轉移膜，其中該彈性含量隨距離而變化。

【0133】 項目 24.如項目 1 之層壓轉移膜，其中該等彈性列之自由表面突出超過該可剝離襯墊之自由表面。

【0134】 項目 25.一種方法，其包含共擠壓彈性材料與襯墊材料以形成一層壓轉移膜，該層壓轉移膜具有多個離散的彈性材料列及隔開相鄰列之空間和該襯墊材料之一可剝離襯墊，該可剝離襯墊設置於該等彈性材料列上且設置於相鄰列間之該等空間中，並且其中該可剝離襯墊未實質黏附至該彈性材料。

【0135】 項目 26.如項目 25 之方法，其進一步包含：

將該層壓轉移膜放置於一底漆層上，使得該等彈性材料列之自由表面與該底漆層接觸；以及

移除該可剝離襯墊，留下固著至該底漆層之該等彈性材料列。

【0136】 項目 27.如項目 25 之方法，其進一步包含在將該層壓轉移膜放置在該底漆層上之前，將該底漆層施加至一第一組件之一表面。

【0137】 項目 28.如項目 27 之方法，其進一步包含在從該等彈性材料列上移除該可剝離襯墊之後，將先前由該可剝離襯墊所覆蓋的該等彈性材料列之表面放置於一第二組件上之一底漆層上。

【0138】 項目 29.如項目 28 之方法，其中該等第一組件及第二組件包含第一障壁膜及第二障壁膜、第一黏著層及第二黏著層、或第一電極及第二電極。

【0139】 項目 30.如項目 26 之方法，其中將該層壓轉移膜放置於該底漆層上包含將該層壓轉移膜之多個區段以鋪磚方式放置於該第一組件之該底漆層上。

【0140】 項目 31.如項目 30 之方法，其中該多個區段之該等彈性材料列係相對於彼此旋轉至不同角度。

【0141】 項目 32.如請求項 25 之方法，其中共擠壓該彈性材料與該襯墊材料包含選擇在該共擠壓期間該彈性材料之流率與該襯墊材料之流率，使得該等彈性材料列之自由表面延伸超過該可剝離襯墊。

【0142】 項目 33.一種方法，其包含：

形成一包括通道之結構化襯墊；

將彈性材料設置於一結構化襯墊之通道中；以及

將壓力及熱之至少一者施加至該彈性材料以形成一層壓轉移膜，該層壓轉移膜包含多個離散的彈性材料列及隔開相鄰列之空間和一可剝離襯墊，該可剝離襯墊設置於該等列上且設置於該等相鄰列間之該等空間中，其中該可剝離襯墊未實質黏附至該彈性材料。

【0143】 項目 34.一種裝置，其包含：

一第一組件；

一第一底漆層，該第一底漆層設置於該等第一組件上；

一第二組件；

一第二底漆層，該第二底漆層設置於該第二組件上；以及

多個離散的彈性材料列及隔開相鄰列之空間，該等彈性材料列之第一表面黏附至該第一底漆層而該等彈性材料列之相對第二表面黏附至該第二底漆層。

【0144】 項目 35.如項目 34 之裝置，其中該裝置之機械順應性係介於約 0.02 mm/MPa 與約 0.5 mm/MPa 之間。

【0145】 項目 36.如項目 34 之裝置，其中該等第一組件及第二組件包含第一電極及第二電極，並且該等第一電極與第二電極之間的電容隨垂直施加至該等電極之力而變動。

【0146】 項目 37.如項目 36 之裝置，其中該裝置之電容順應性係介於約 0.5 fF/g 至約 100 fF/g 之間。

【0147】 項目 38.如項目 36 之裝置，其中該裝置之電容順應性係大於約 2 fF/g。

【0148】 除非另外指示，否則在說明書與申請專利範圍中所使用之表達數量的全部數字、特性之量度等等皆被理解為以用語「約 (about)」所修飾。因此，除非另有相反的指示，否則在該說明書與申請專利範圍中所陳述的數值參數係近似值，其係可依據在所屬技術領域中具有通常知識者利用本申請案教示所欲獲得的所欲特性而有所不同。

【0149】 以上所討論實施例之各種修改及變化對於所屬技術領域中具有通常知識者而言係顯而易知的，且應明白本揭露不限於本文所陳述之說明性實施例。除非另有指示，讀者應假設一項揭示之實施例的特徵亦可應用於全部其他揭示之實施例。亦應理解到，在不牴觸前述揭示內容的情況之下，本文提及之所有美國專利案、專利申請案、專利申請公告案、及其他專利與非專利文件，係以引用方式併入於本文中。

【符號說明】

【0150】 100...膜/層壓轉移膜

【0151】 110...彈性材料列/彈性列/彈性材料

【0152】 111...自由表面

【0153】 112...表面

【0154】 115...空間

【0155】 120...可剝離襯墊

- 【0156】 121...可剝離襯墊
- 【0157】 241...第一列
- 【0158】 242...第二列
- 【0159】 243...第三列
- 【0160】 244...第四列
- 【0161】 251...第一列
- 【0162】 252...第二列
- 【0163】 253...第三列
- 【0164】 254...第四列
- 【0165】 310...形成
- 【0166】 320...塗佈
- 【0167】 330...配置
- 【0168】 335...層壓
- 【0169】 340...移除
- 【0170】 350...塗佈
- 【0171】 360...配置
- 【0172】 370...層壓
- 【0173】 410...次總成
- 【0174】 411...第一底漆層/底漆層
- 【0175】 412...第二底漆層
- 【0176】 420...次總成
- 【0177】 421...第一組件

- 【0178】 422...第二組件
- 【0179】 430...裝置
- 【0180】 501...裝置
- 【0181】 502...裝置
- 【0182】 511...第一層彈性列
- 【0183】 512...第二層彈性列
- 【0184】 521...第一底漆層
- 【0185】 522...第二底漆層
- 【0186】 523...第三底漆層
- 【0187】 524...第四底漆層
- 【0188】 531...第一外層
- 【0189】 532...第二外層
- 【0190】 533...內層
- 【0191】 620...同心正方形圖案
- 【0192】 W...寬度
- 【0193】 S...間隔
- 【0194】 S_1 ...寬度
- 【0195】 S_2 ...寬度
- 【0196】 S_3 ...寬度
- 【0197】 H...高度
- 【0198】 H_{AB} ...初始未變形厚度/結構厚度
- 【0199】 h_{AB} ...結構化層變形之厚度

【0200】 x_2 ... 平行通道之軸

【0201】 A... 彈性珠體的半寬度

【0202】 B... 兩個彈性珠體間之中心到中心距離的一半

申請專利範圍

1. 一種層壓轉移膜，其包含：
多個離散的彈性材料列及隔開相鄰列之空間；以及
可剝離襯墊，該可剝離襯墊係設置於該等列上並設置於該等相鄰列間之該等空間中，其中該可剝離襯墊未實質黏附至該彈性材料。
2. 如請求項1之層壓轉移膜，其中該等彈性材料列具有下列中之一者：
半圓形橫截面形狀、矩形橫截面形狀、三角形橫截面形狀、截頭三角形橫截面形狀、及沙漏形橫截面形狀。
3. 如請求項1之層壓轉移膜，其中該彈性材料包含聚矽氧熱塑性或熱固性材料。
4. 如請求項1之層壓轉移膜，其中該彈性材料為聚矽氧聚乙二醯胺。
5. 如請求項1之層壓轉移膜，其中該彈性材料包含烯烴共聚物及苯乙烯嵌段共聚物之至少一者。
6. 如請求項1之層壓轉移膜，其中該彈性材料之剪切模數小於約500 MPa。
7. 如請求項6之層壓轉移膜，其中該剪切模數與該等彈性列之未變形高度的乘積小於13 MPa*mm。
8. 如請求項6之層壓轉移膜，其中該剪切模數在-20 °C至60 °C之溫度範圍內之變化小於約50%。
9. 如請求項1之層壓轉移膜，其中該彈性材料具有小於約- 30 °C之玻璃轉移溫度。
10. 如請求項1之層壓轉移膜，其中該彈性材料具有小於或等於約0.5之 $\tan \delta$ 。
11. 如請求項1之層壓轉移膜，其中該可剝離襯墊為熱塑性材料。
12. 如請求項1之層壓轉移膜，其中該可剝離襯墊為烯烴。

13. 如請求項1之層壓轉移膜，其中該可剝離襯墊包含聚丙烯或聚乙烯。
14. 如請求項1之層壓轉移膜，其中該可剝離襯墊對該等特徵之附接係由剝離力表徵，而該剝離力小於約100克/英吋。
15. 如請求項1之層壓轉移膜，其中該可剝離襯墊包括離型添加劑。
16. 如請求項1之層壓轉移膜，其中各彈性材料之列具有高度及寬度，其中該寬度對該高度之比大於約0.3且小於約10。
17. 如請求項1之層壓轉移膜，其中該等列之高度係在約0.1 mm至約10 mm之範圍內。
18. 如請求項1之層壓轉移膜，其中該等列之寬度係介於約50 μm 至約400 μm 之間。
19. 如請求項1之層壓轉移膜，其中相鄰列間之該等空間的寬度係約50 μm 至約400 μm 。
20. 如請求項1之層壓轉移膜，其中該層壓轉移膜之彈性含量具有5%至99%之範圍。
21. 如請求項1之層壓轉移膜，其中該層壓轉移膜之彈性含量具有25%至75%之範圍。
22. 如請求項21之層壓轉移膜，其中該彈性含量為約50%。
23. 如請求項21之層壓轉移膜，其中該彈性含量隨距離而變化。
24. 如請求項1之層壓轉移膜，其中該等彈性列之自由表面突出超過該可剝離襯墊之自由表面。
25. 一種方法，其包含共擠壓彈性材料與襯墊材料以形成層壓轉移膜，該層壓轉移膜具有多個離散的彈性材料列及隔開相鄰列之空間和該襯墊材料之可剝離襯墊，該可剝離襯墊設置於該等彈性材料列上且設置於相鄰列間之該等空間中，並且其中該可剝離襯墊未實質黏附至該彈性材料。
26. 如請求項25之方法，其進一步包含：

將該層壓轉移膜放置在底漆層上，使得該等彈性材料列之自由表面與該底漆層接觸；以及

移除該可剝離襯墊，留下固著至該底漆層之該等彈性材料列。

27. 如請求項26之方法，其進一步包含在將該層壓轉移膜放置在該底漆層上之前，將該底漆層施加至第一組件之表面。
28. 如請求項27之方法，其進一步包含在從該等彈性材料列上移除該可剝離襯墊之後，將先前由該可剝離襯墊所覆蓋的該等彈性材料列之表面放置於第二組件上之底漆層上。
29. 如請求項28之方法，其中該等第一組件及第二組件包含第一障壁膜及第二障壁膜、第一黏著層及第二黏著層、或第一電極及第二電極。
30. 如請求項26之方法，其中將該層壓轉移膜放置於該底漆層上包含將該層壓轉移膜之多個區段以鋪磚(tiled)方式放置於該第一組件之該底漆層上。
31. 如請求項30之方法，其中該多個區段之該等彈性材料列係相對於彼此旋轉至不同角度。
32. 如請求項25之方法，其中共擠壓該彈性材料與該襯墊材料包含選擇在該共擠壓期間該彈性材料之流率與該襯墊材料之流率，使得該等彈性材料列之自由表面延伸超過該可剝離襯墊。
33. 一種方法，其包含：
 - 形成包括通道之結構化襯墊；
 - 將彈性材料設置於結構化襯墊之通道中；以及
 - 將壓力及熱之至少一者施加至該彈性材料以形成層壓轉移膜，該層壓轉移膜包含多個離散的彈性材料列及隔開相鄰列之空間和可剝離襯墊，該可剝離襯墊設置於該等列上且設置於該等相鄰列間之該等空間中，其中該可剝離襯墊未實質黏附至該彈性材料。

34. 一種裝置，其包含：
第一組件；
第一底漆層，該第一底漆層設置於該等第一組件上；
第二組件；
第二底漆層，該第二底漆層設置於該第二組件上；以及
多個離散的彈性材料列及隔開相鄰列之空間，該等彈性材料列之
第一表面黏附至該第一底漆層且該等彈性材料列之相對第二表面黏
附至該第二底漆層。
35. 如請求項34之裝置，其中該裝置之機械順應性係介於約0.02
mm/MPa與約0.5 mm/MPa之間。
36. 如請求項34之裝置，其中該等第一組件及第二組件包含第一電極及
第二電極，並且該等第一電極與第二電極之間的電容隨垂直施加至
該等電極之力而變動。
37. 如請求項36之裝置，其中該裝置之電容順應性係介於約0.5 fF/g至約
100 fF/g之間。
38. 如請求項36之裝置，其中該裝置之電容順應性係大於約2 fF/g。

圖式

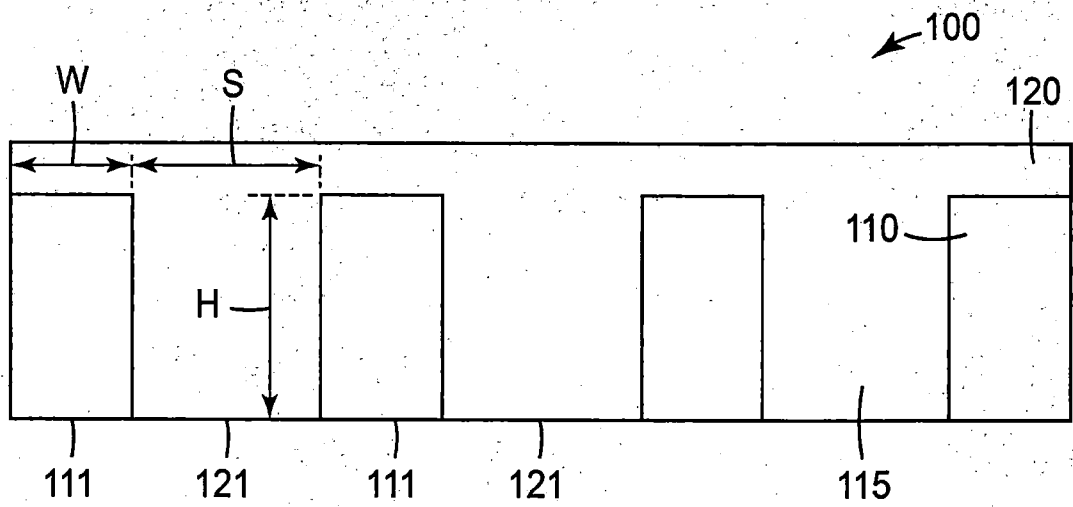


圖1A

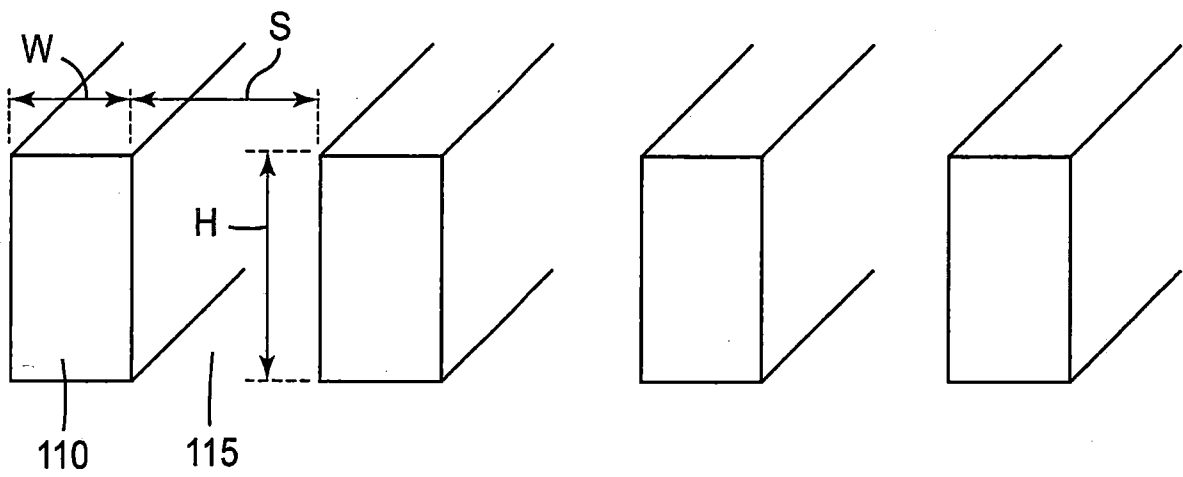


圖1B

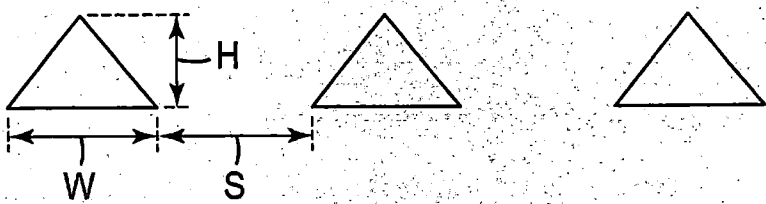


圖2A

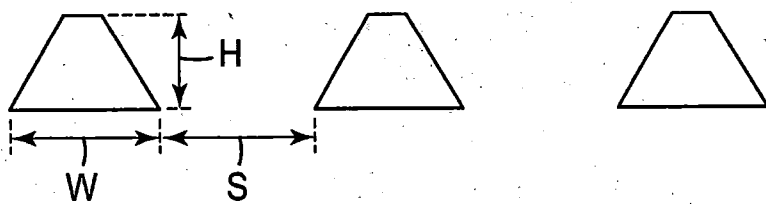


圖2B

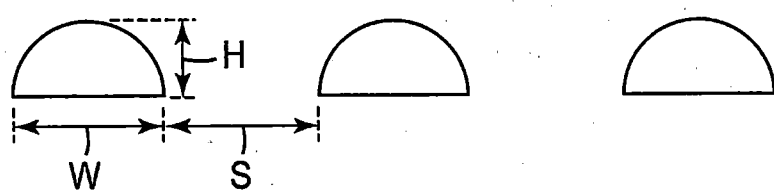


圖2C

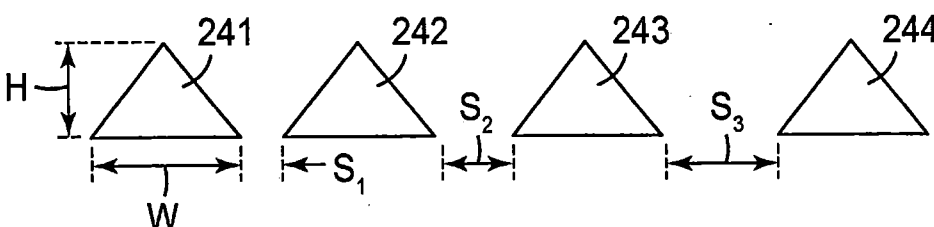


圖2D

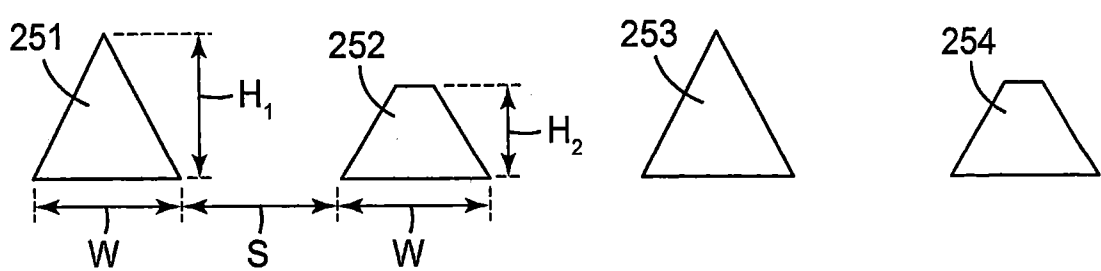


圖2E

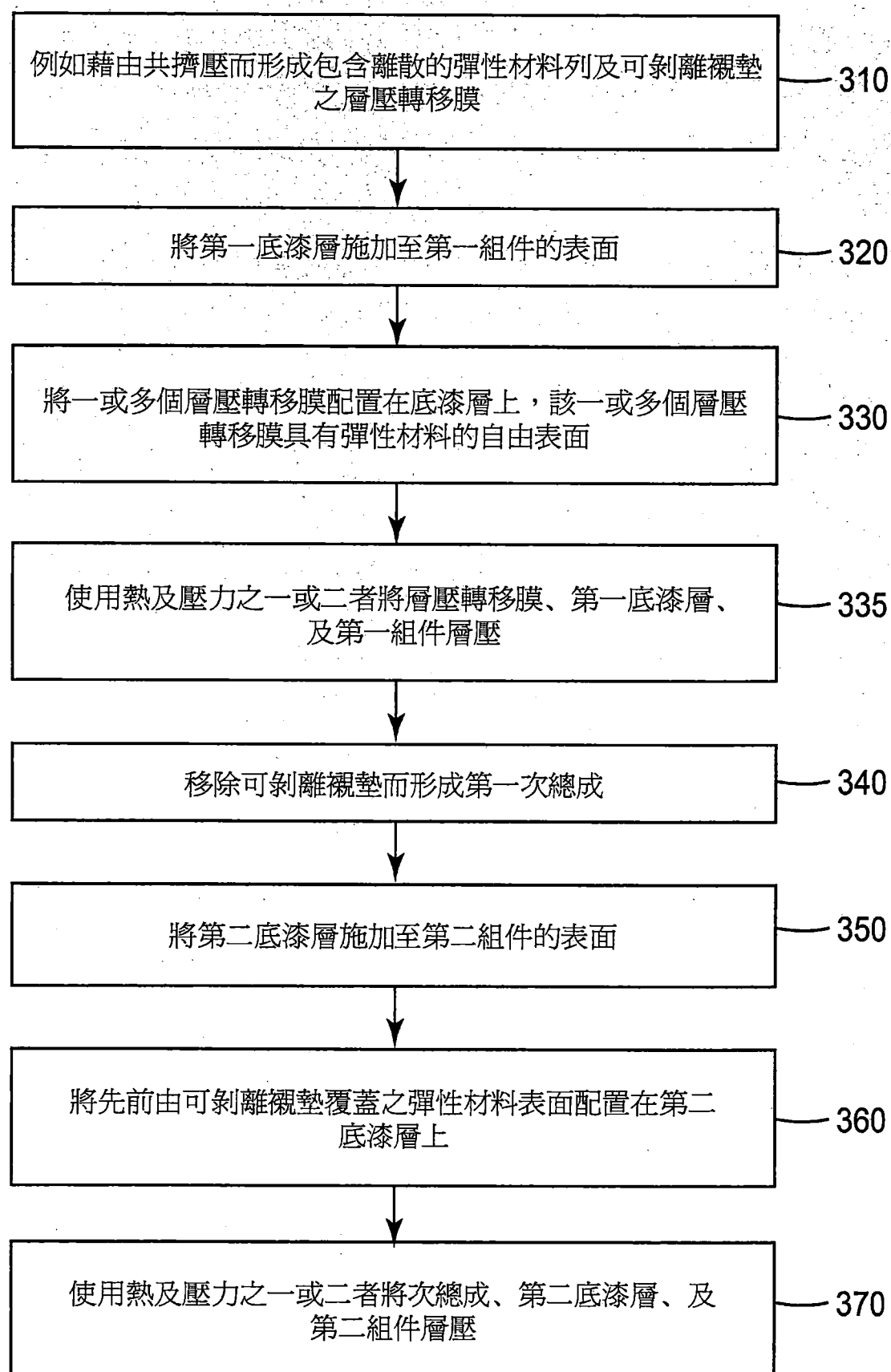


圖3

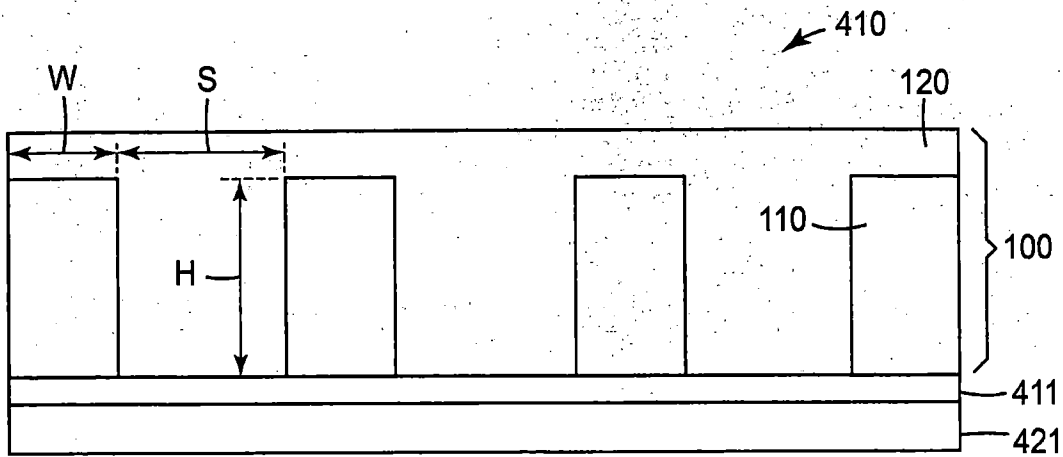


圖4A

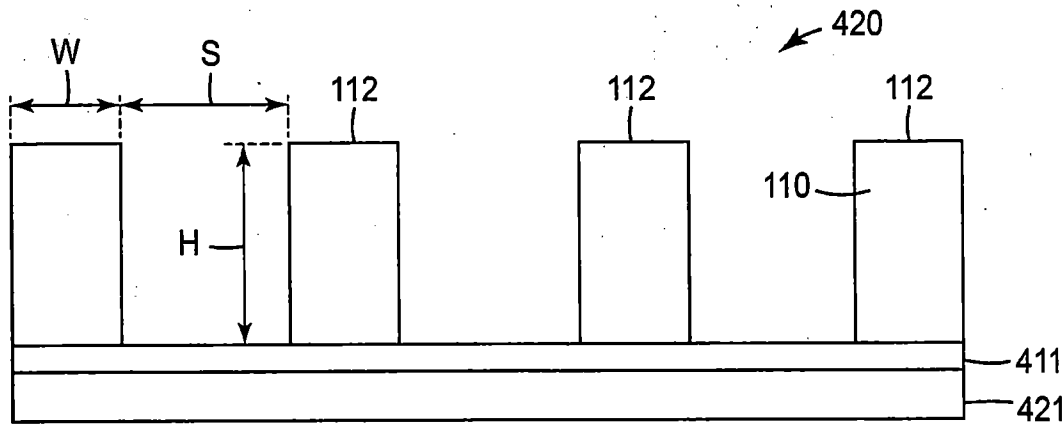


圖4B

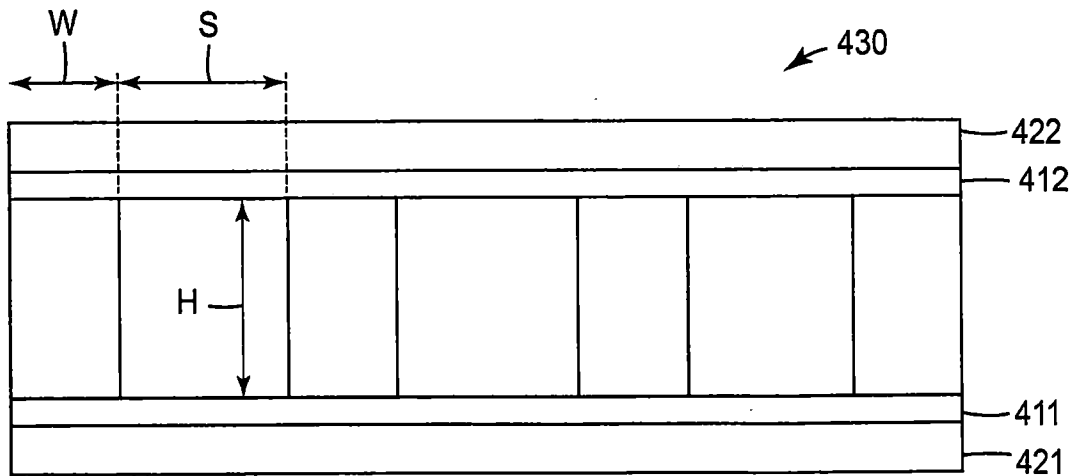


圖4C

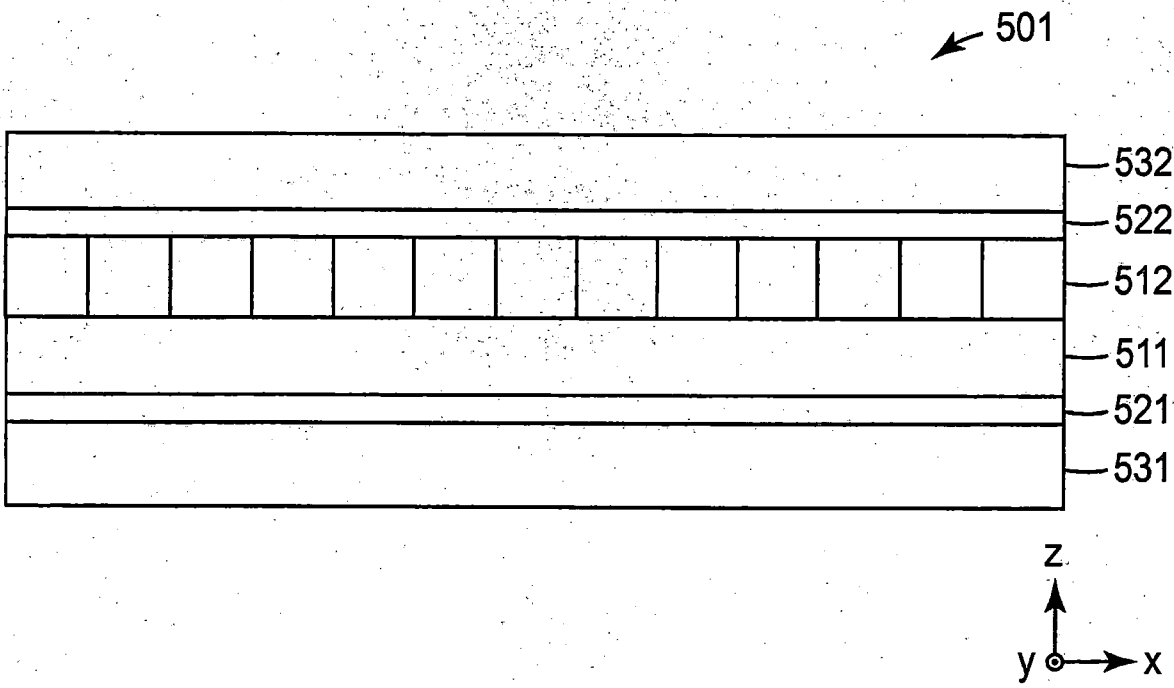


圖5A

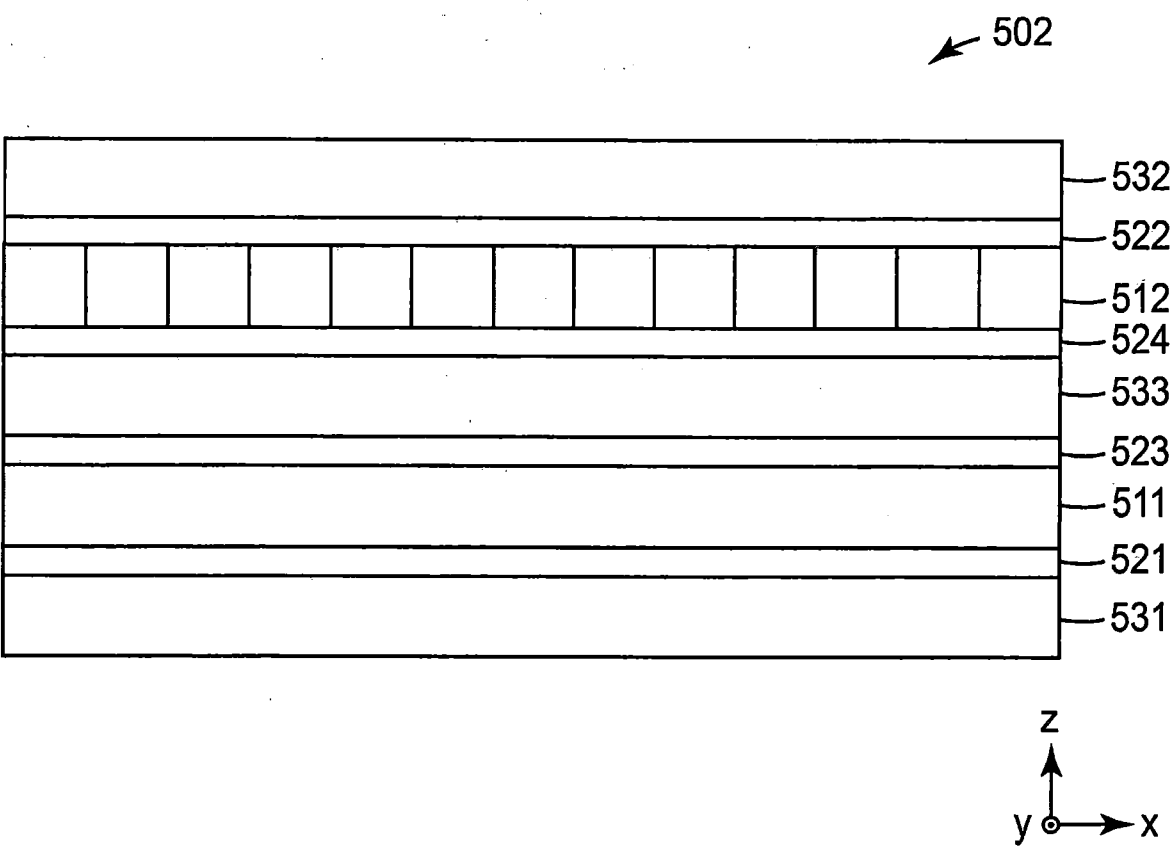


圖5B

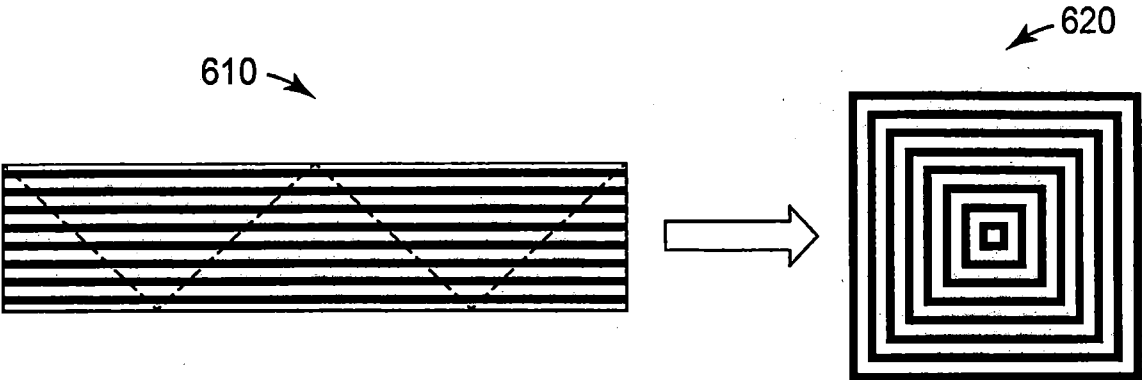


圖6

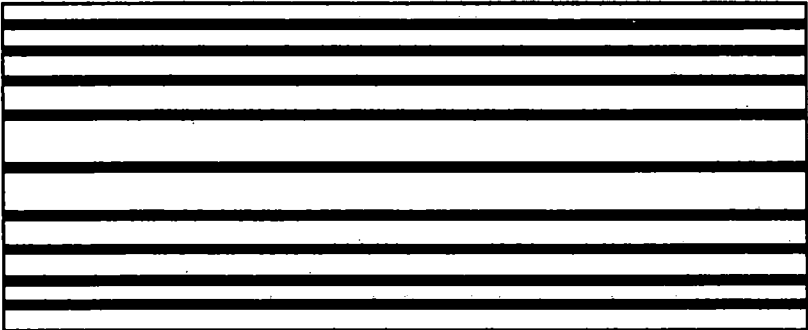


圖7A

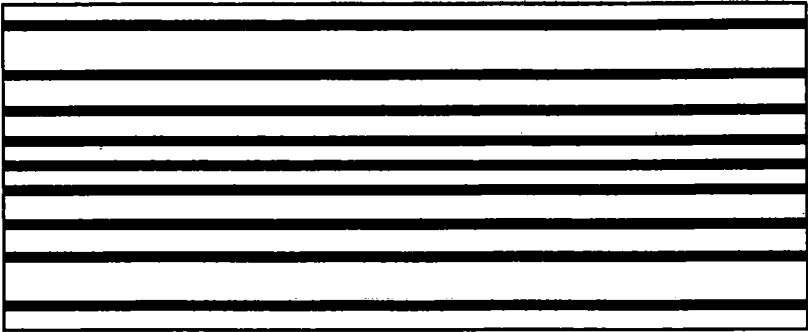


圖7B

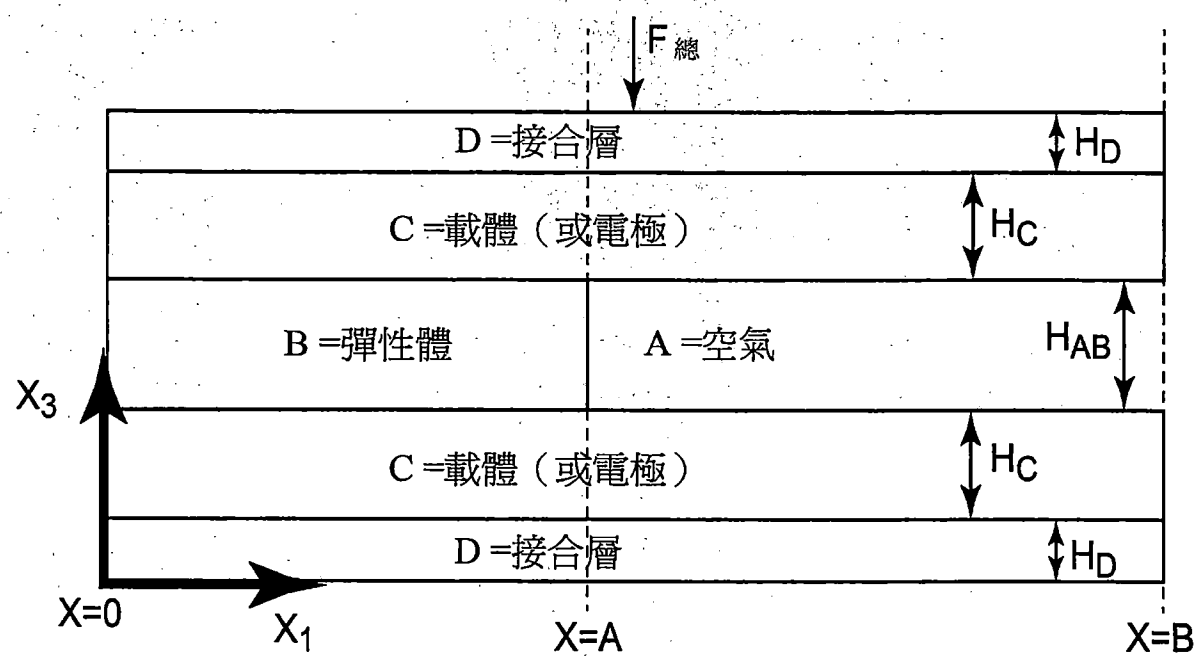


圖8A

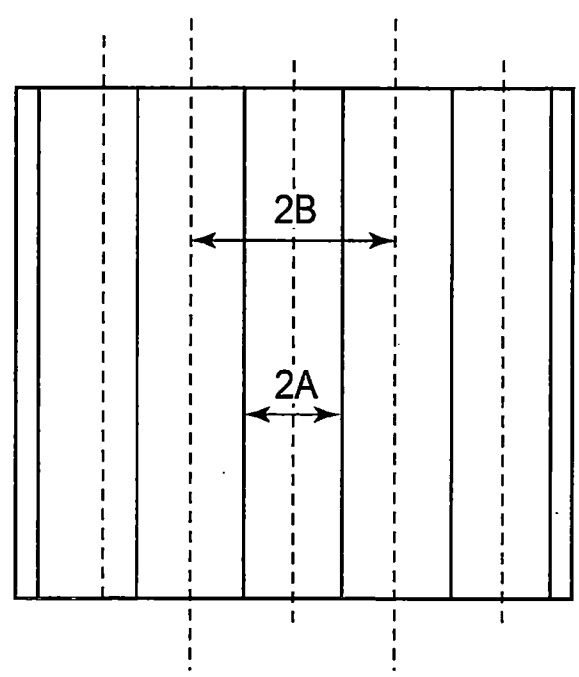


圖8B

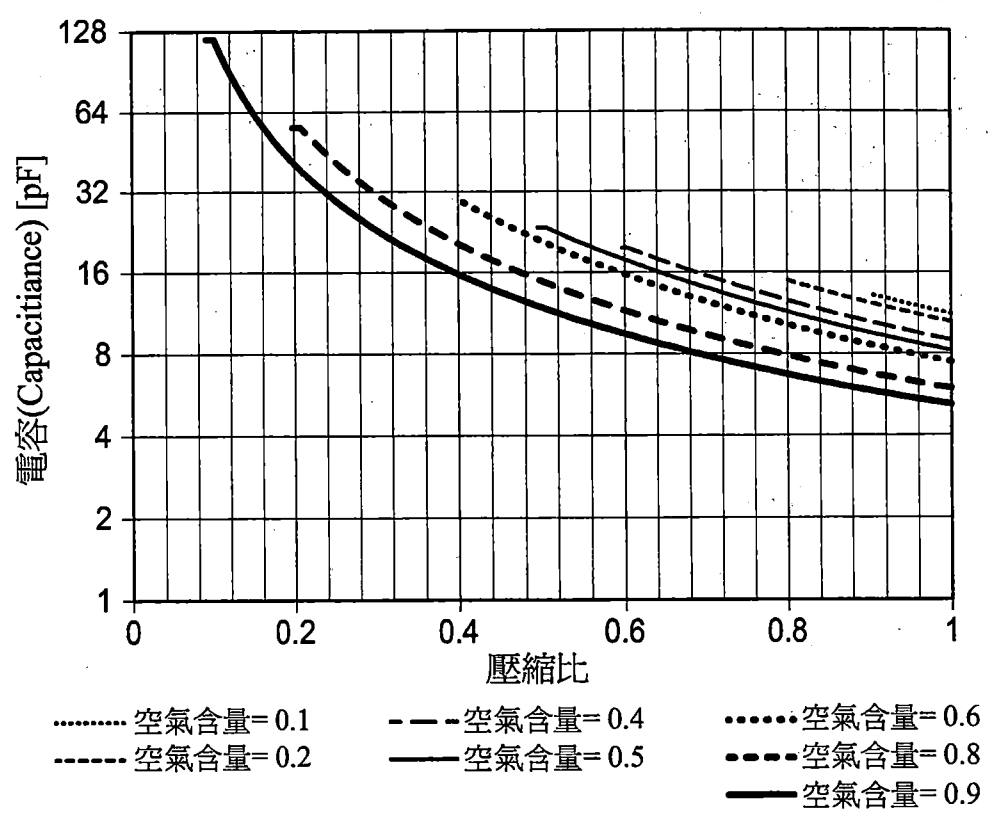


圖9A

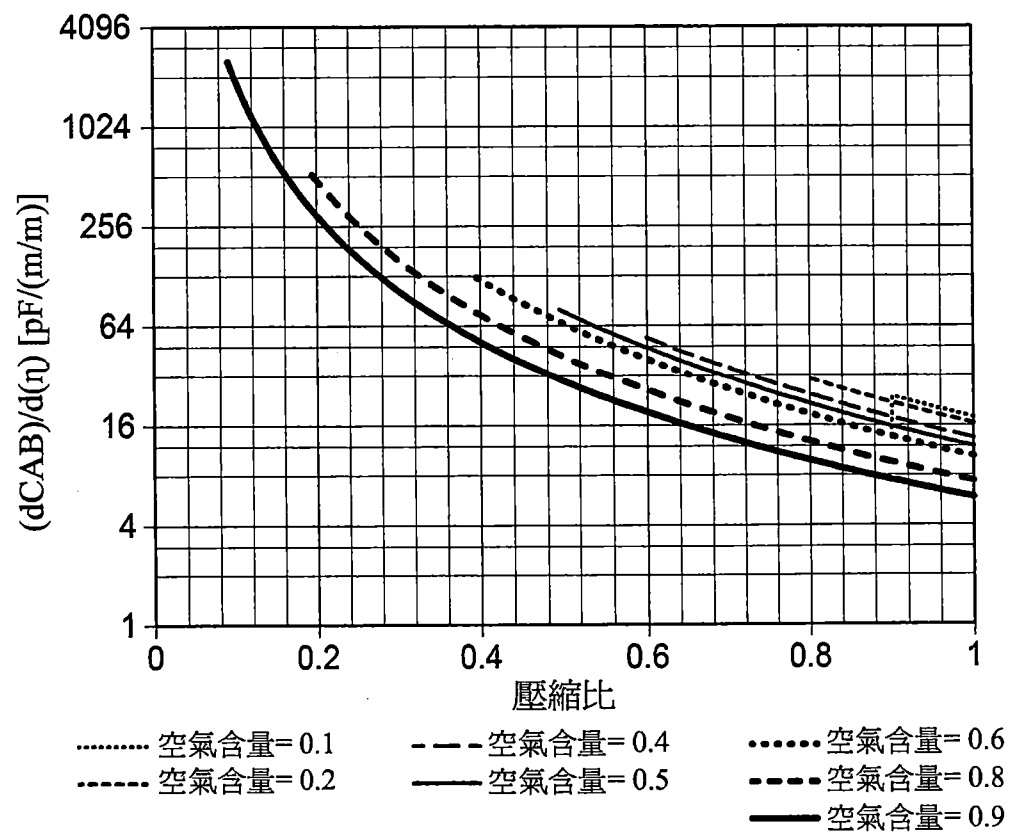


圖9B

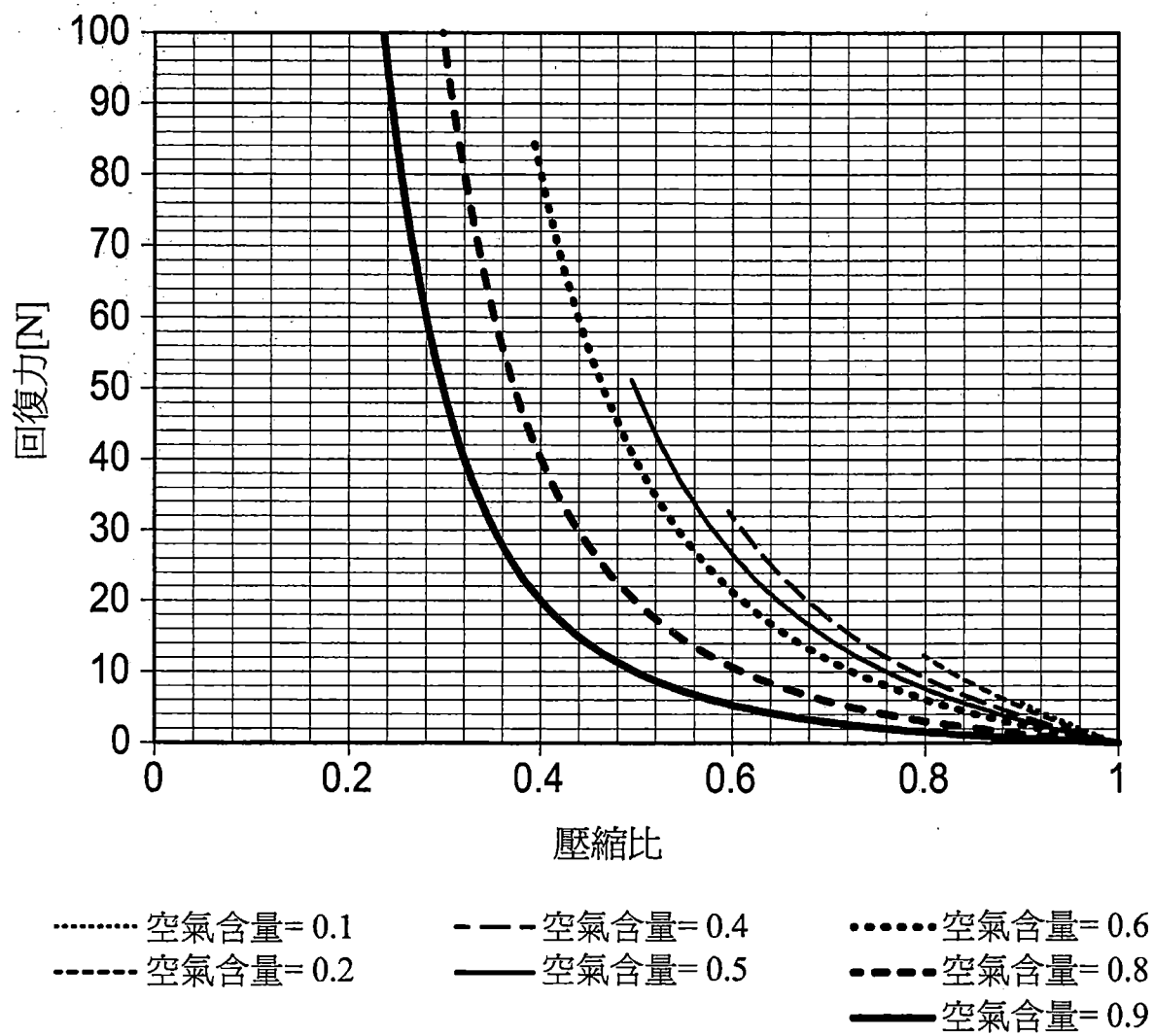


圖10A

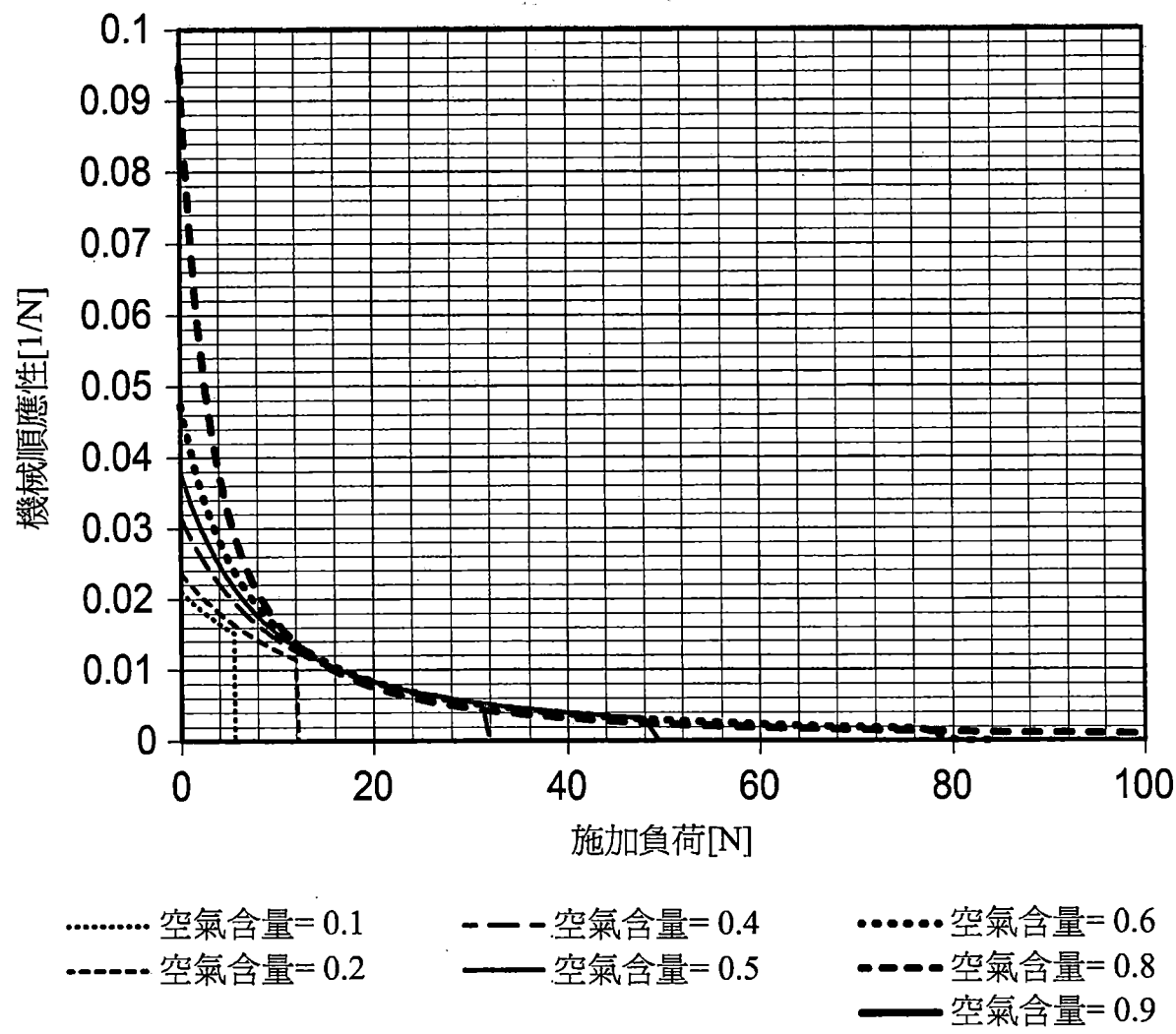


圖10B

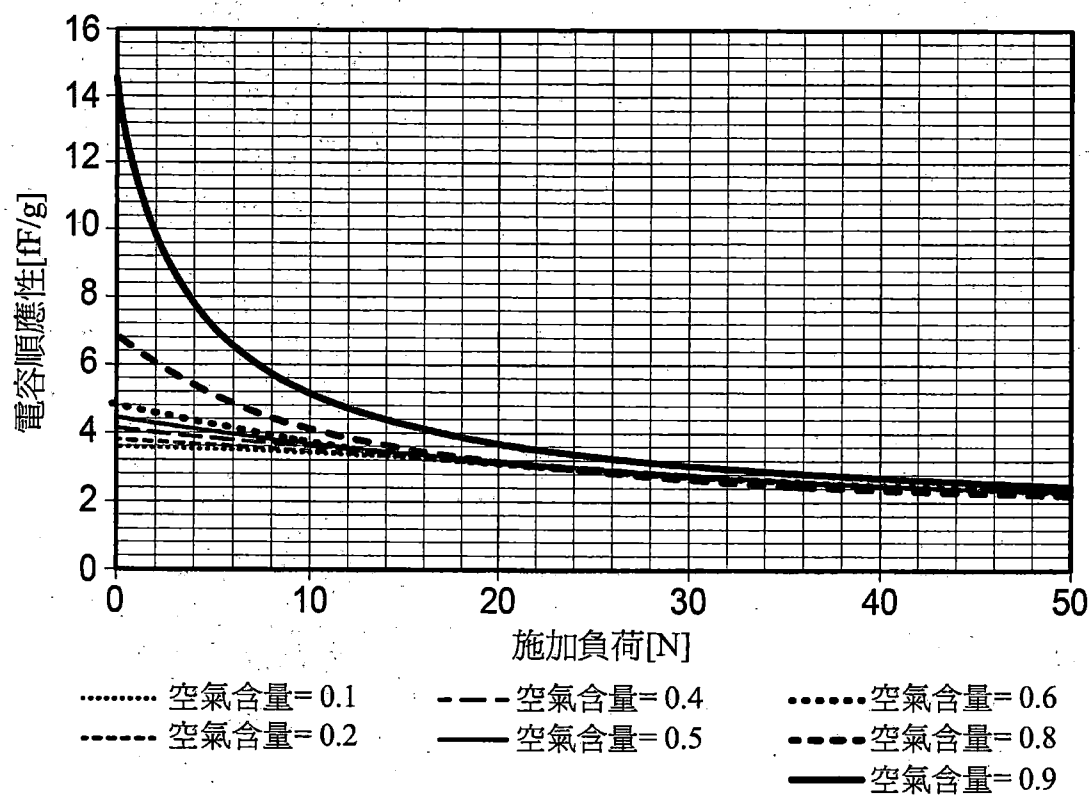


圖11

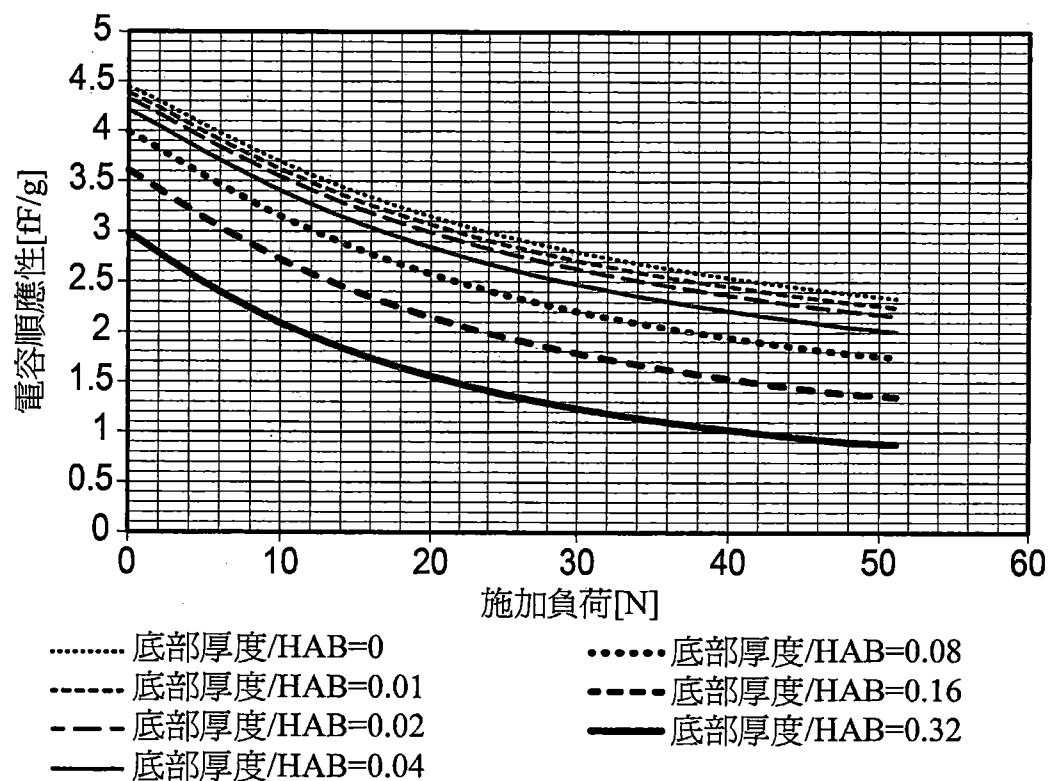


圖12

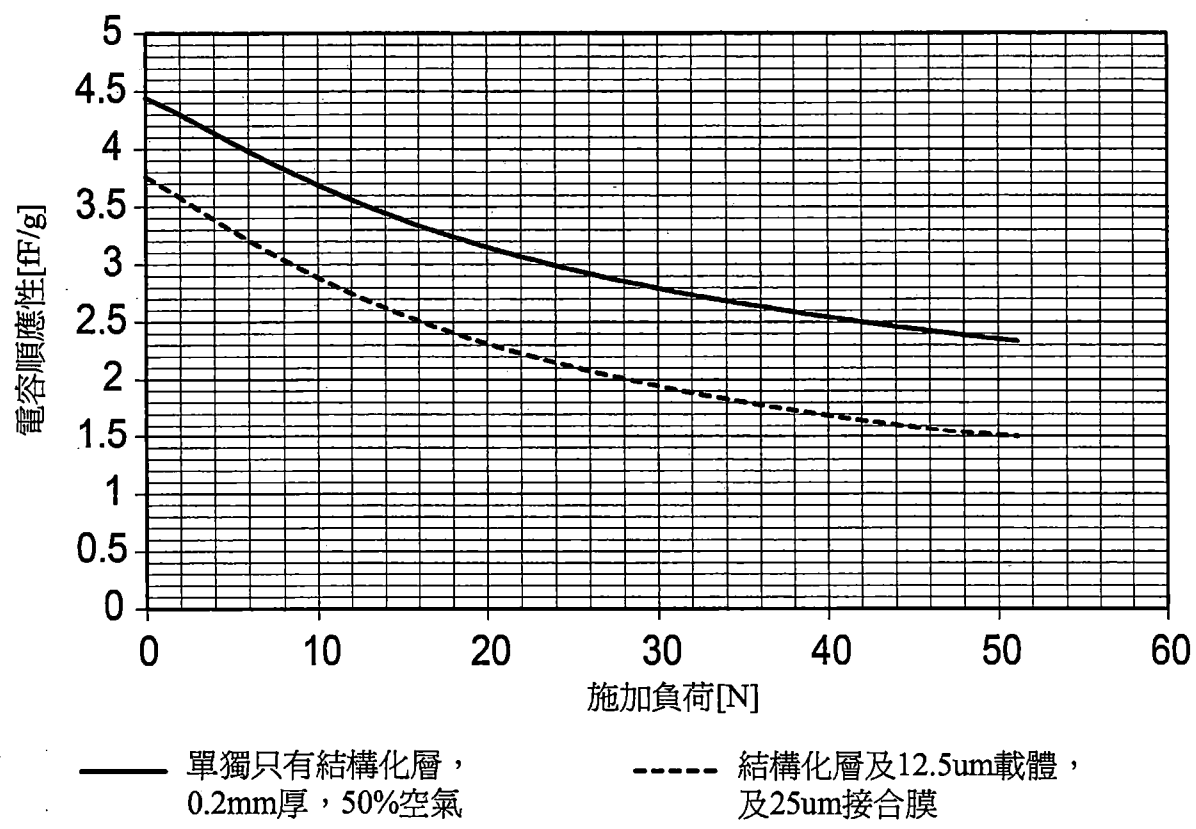


圖13

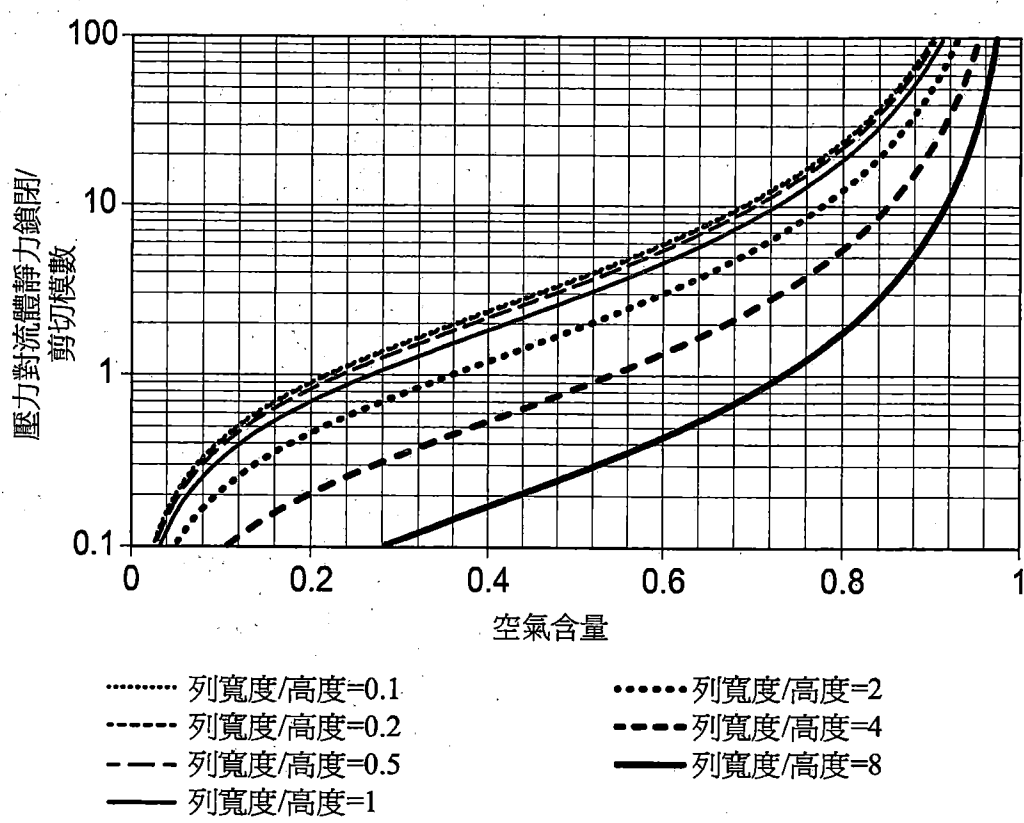


圖14

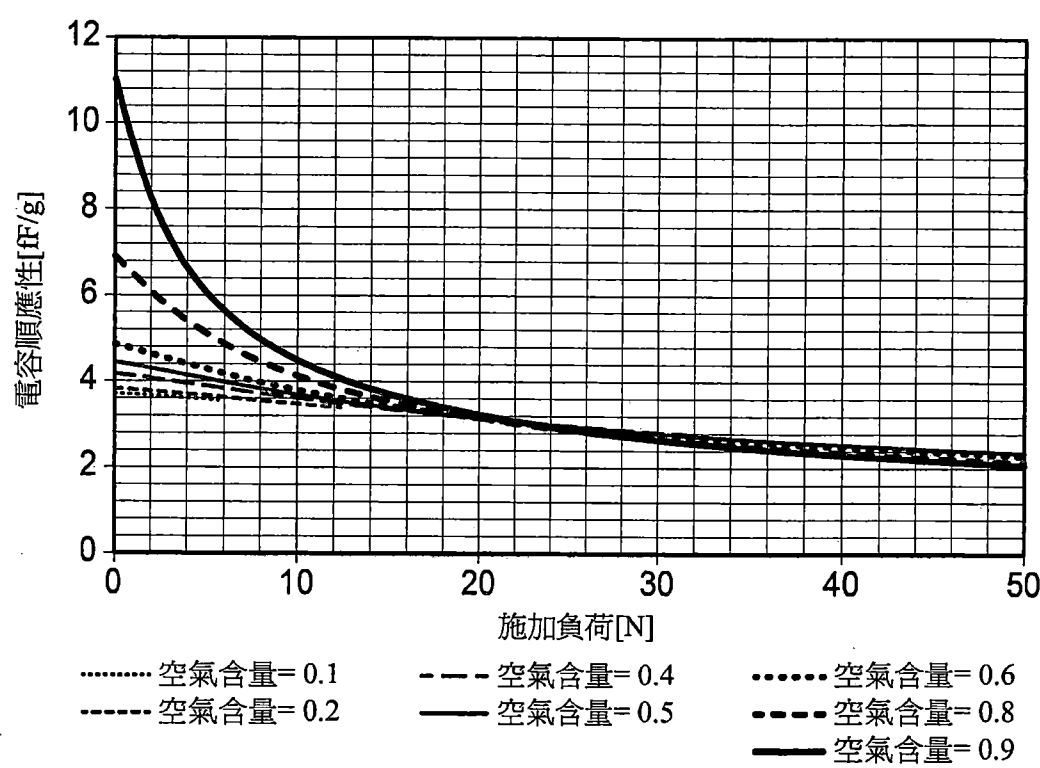


圖15

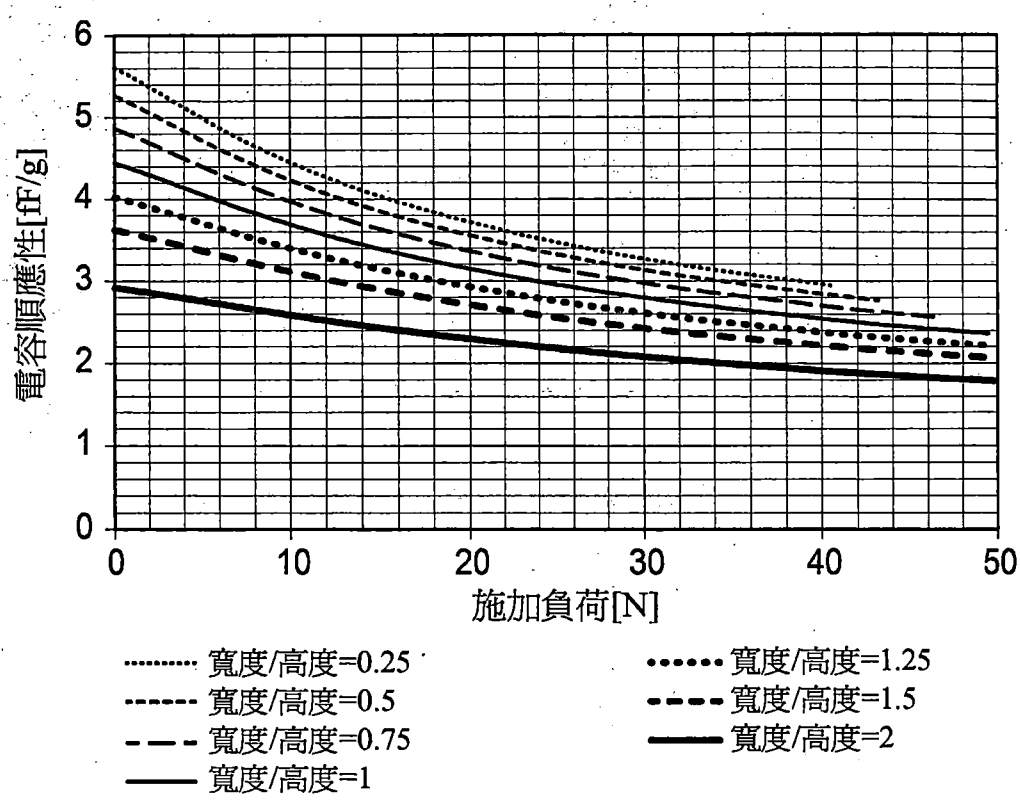


圖16

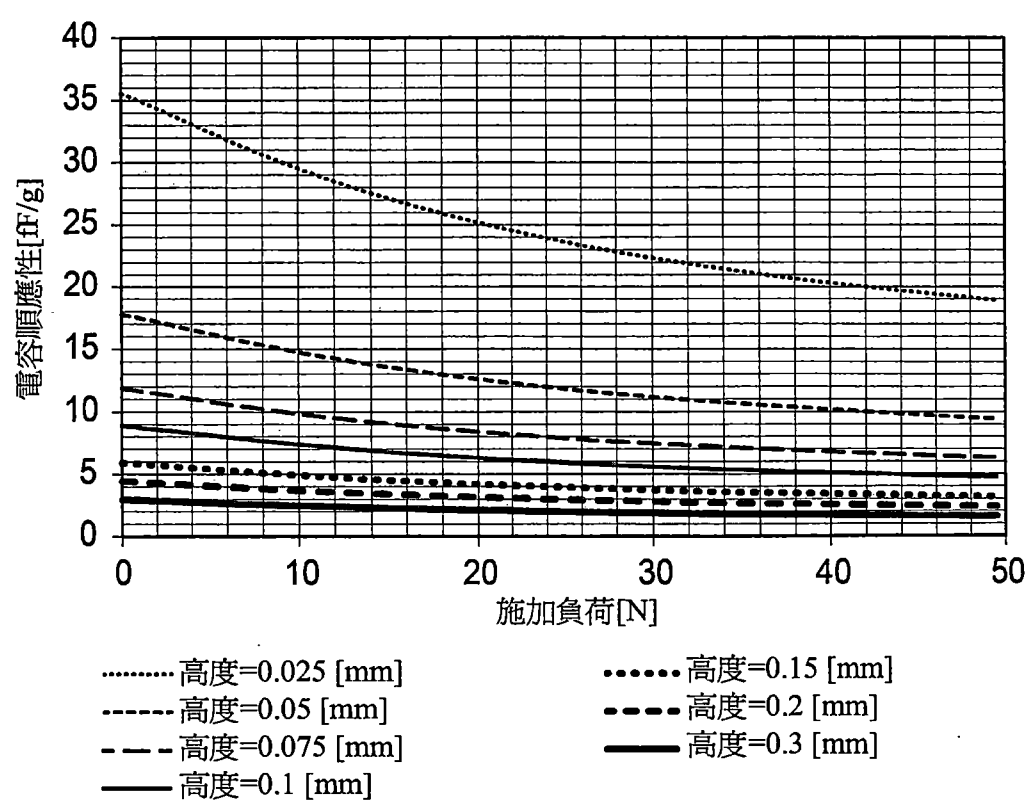


圖17

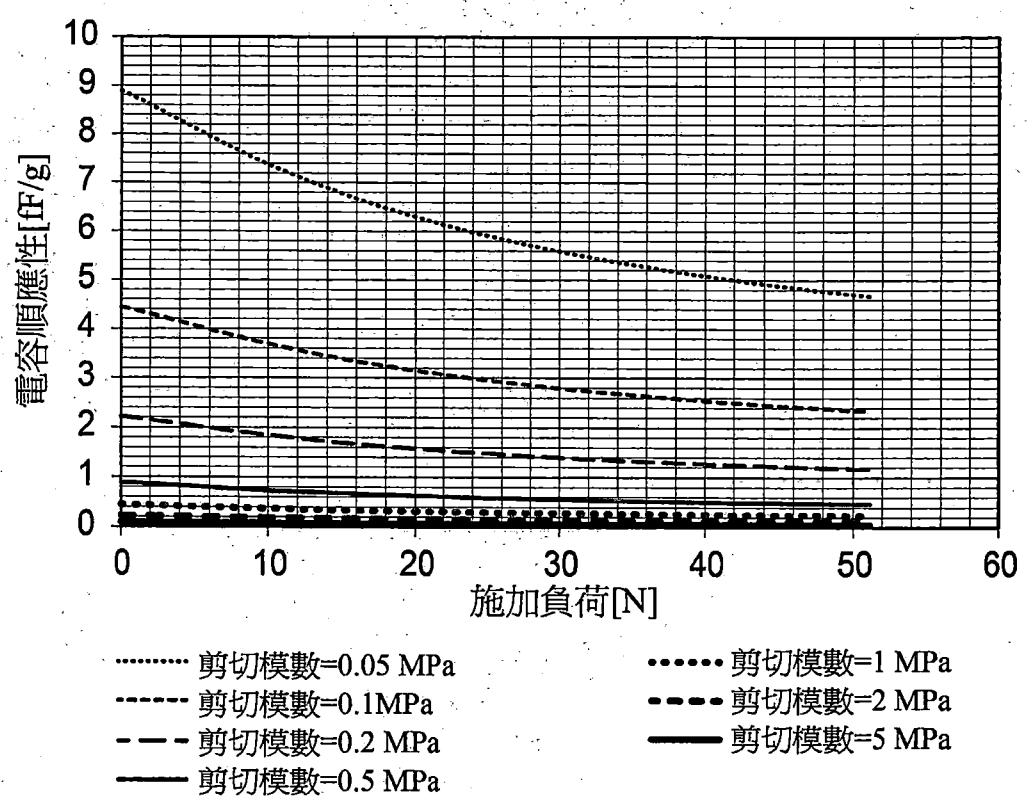


圖18

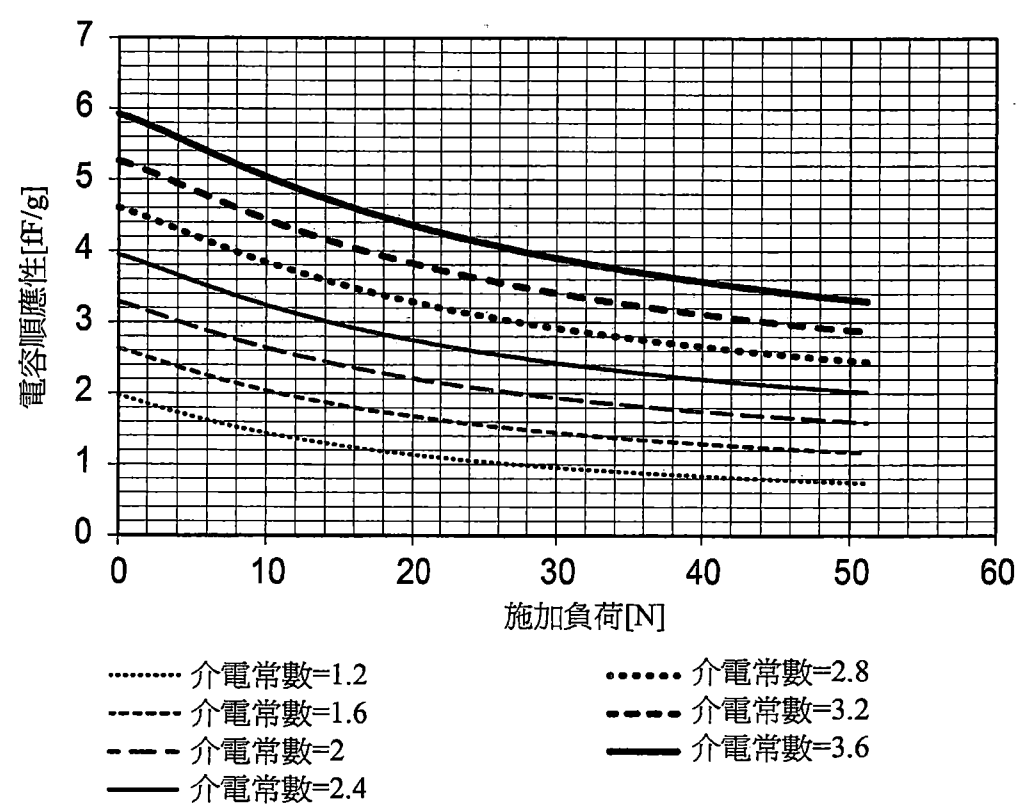


圖19

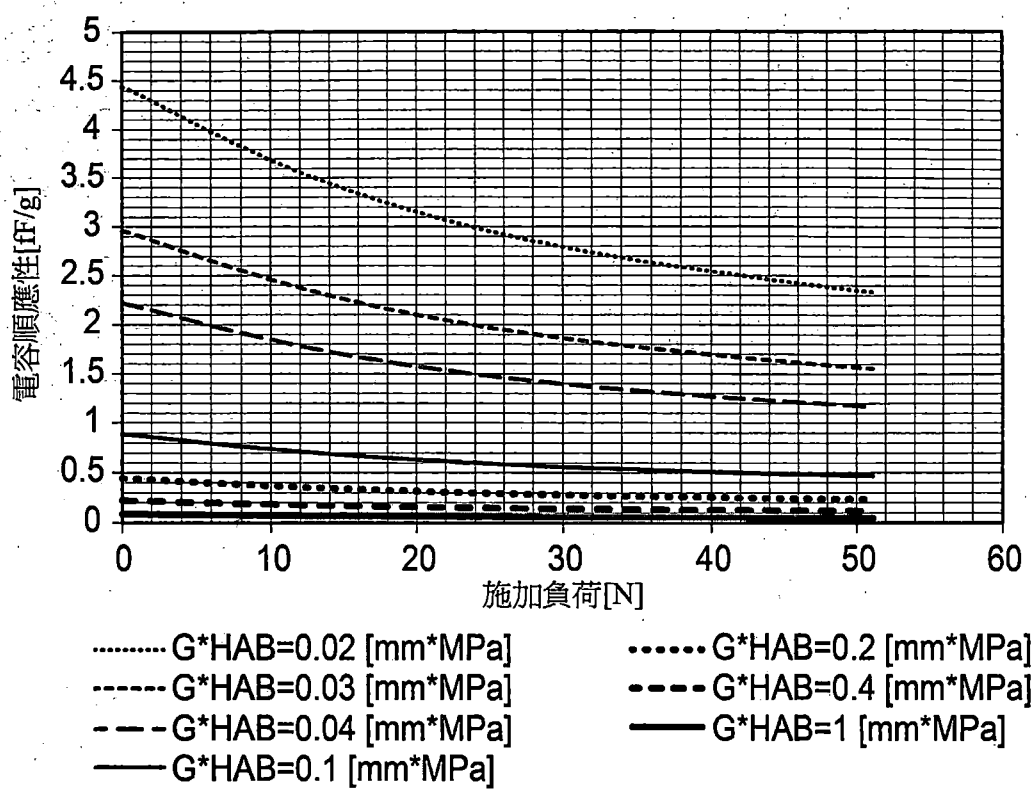


圖20

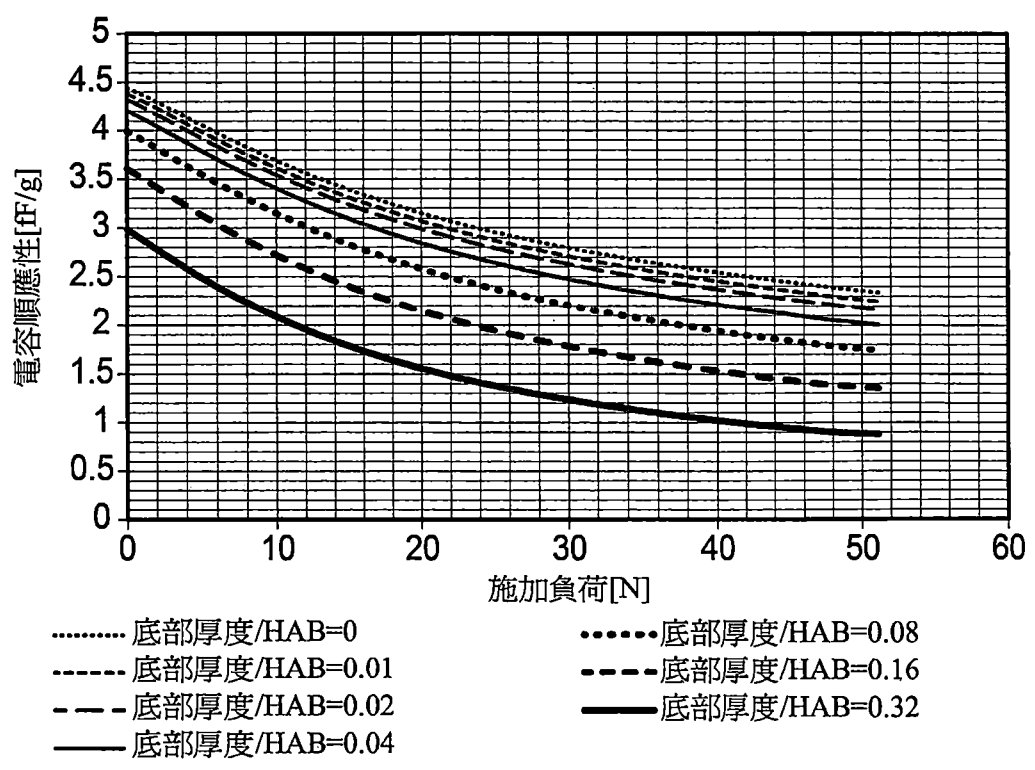


圖21

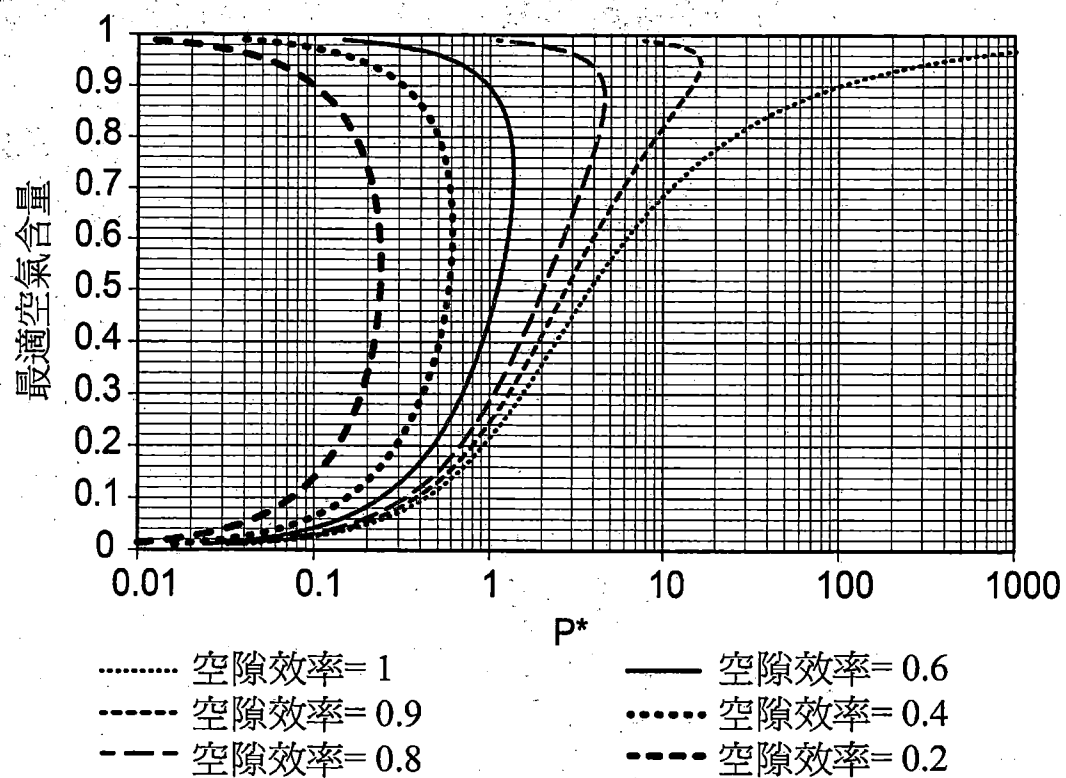


圖22

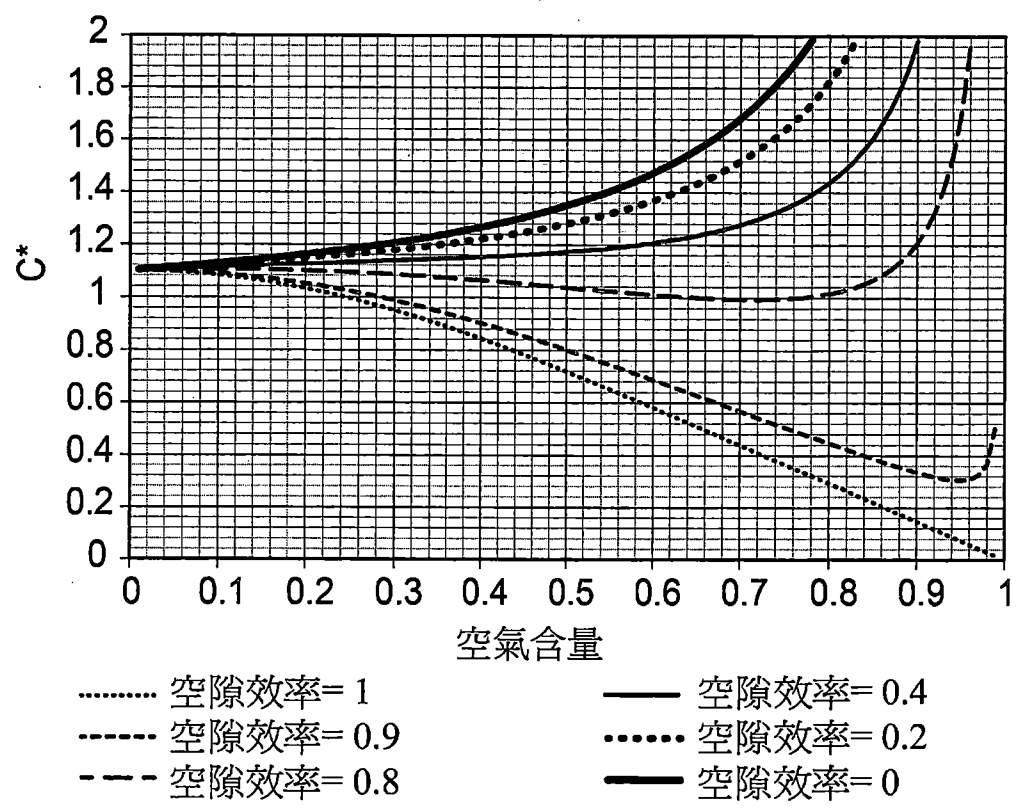


圖23

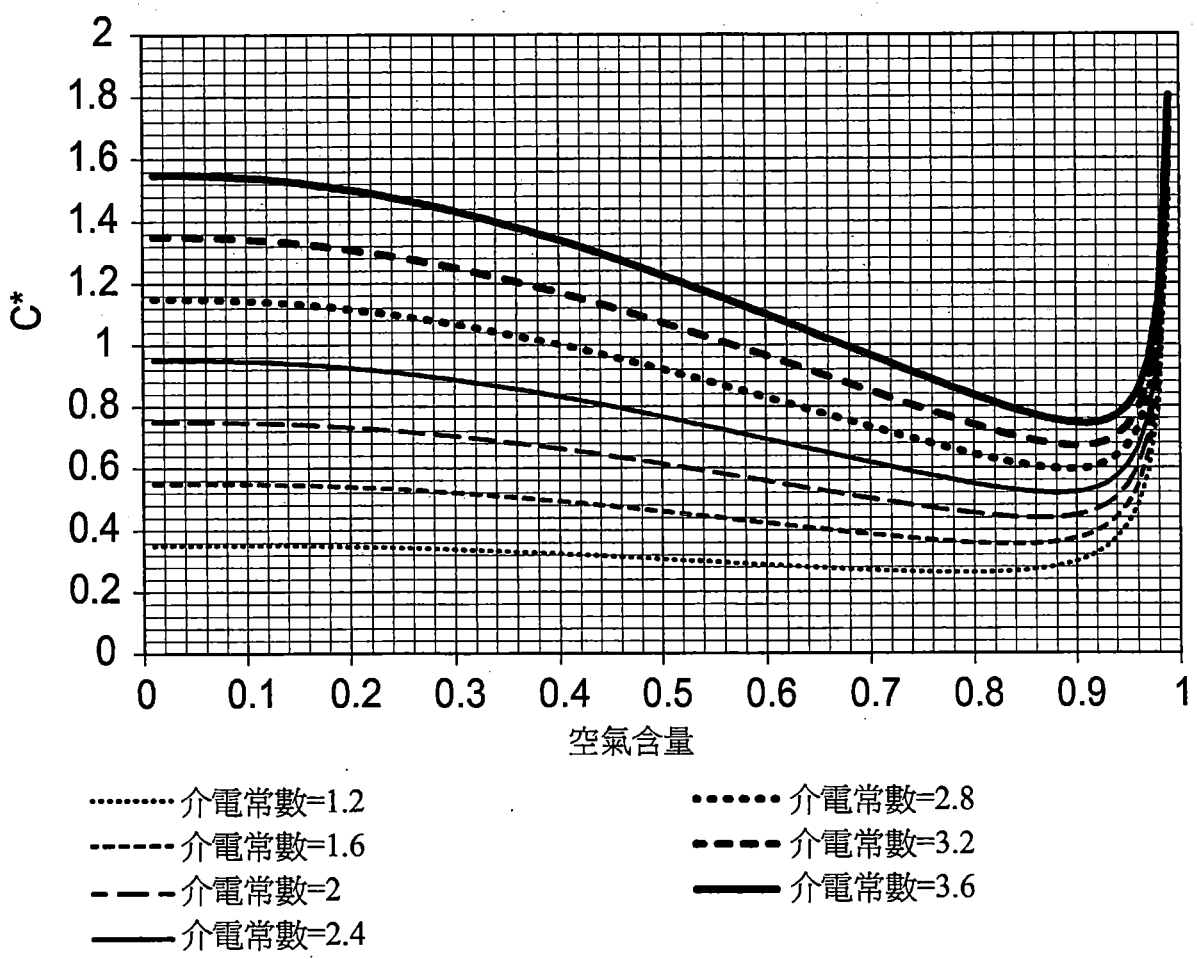


圖24