



(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 I727015 B

(45)公告日：中華民國 110 (2021) 年 05 月 11 日

(21)申請案號：106108180

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 03 月 13 日

(51)Int. Cl. : **B01D71/06 (2006.01)****B01D71/40 (2006.01)****B01D71/28 (2006.01)**

(30)優先權：2016/03/14 美國

62/307,831

2017/03/01 美國

62/465,221

(71)申請人：美商 3M 新設資產公司 (美國) 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (US)
美國(72)發明人：維恩德蘭 麥克 史考特 WENDLAND, MICHAEL SCOTT (US)；賈蘇甲 西曼
舒 JASUJA, HIMANSHU (IN)；寇比 麥可 衛斯布魯克 KOBE, MICHAEL
WESTBROOK (US)；福克斯 安德魯 羅伯特 FOX, ANDREW ROBERT (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 201143872A

TW 201509526A

WO 2015095110A1

審查人員：吳容銘

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：12 共 81 頁

(54)名稱

包含對醛的聚合性吸著劑的空氣過濾器

(57)摘要

一種包括一過濾器支架的空氣過濾器，該過濾器支架支撐聚合性吸著劑粒子。該聚合性吸著劑係二乙烯基苯/馬來酸酐前驅物聚合材料與含氮化合物之反應產物。

An air filter including a filter support that supports polymeric sorbent particles. The polymeric sorbent is the reaction product of a divinylbenzene/maleic anhydride precursor polymeric material with a nitrogen-containing compound.

指定代表圖：

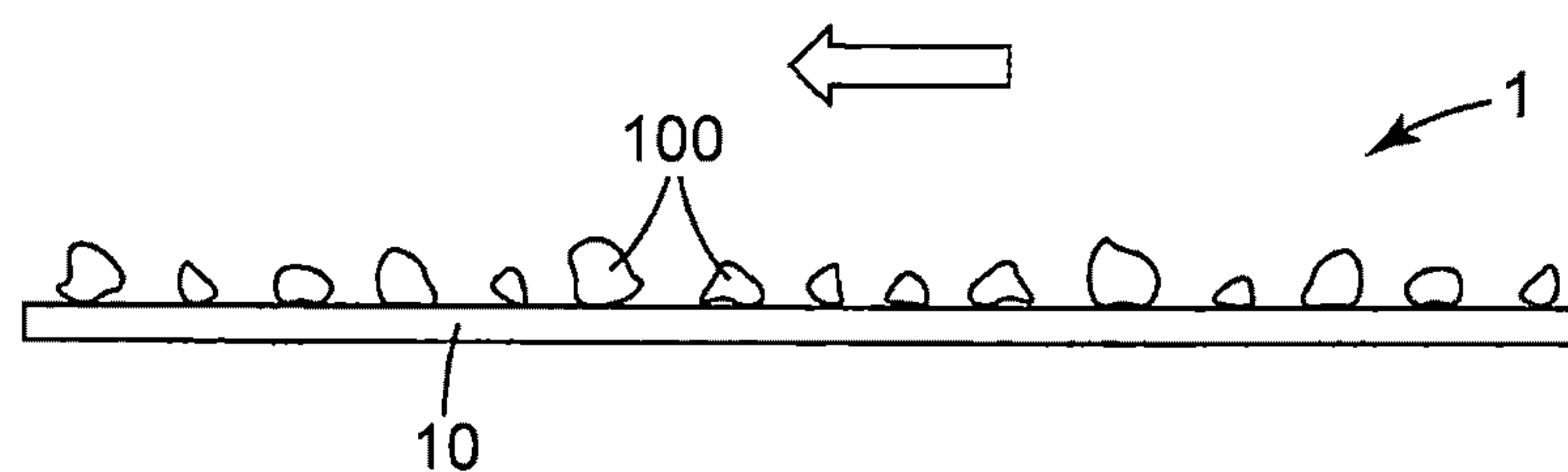


圖1

符號簡單說明：

1 . . . 空氣過濾器

10 . . . 過濾器支架/
過濾器支架層

100 . . . 吸著劑粒子

I727015

發明摘要

※ 申請案號：106108180

B01D 71/06 (2006.01)

※ 申請日 106/03/13 ※IPC 分類：

B01D 71/40 (2006.01)

B01D 71/28 (2006.01)

【發明名稱】 包含對醛的聚合性吸著劑的空氣過濾器

AIR FILTERS COMPRISING POLYMERIC SORBENTS
FOR ALDEHYDES

【中文】

一種包括一過濾器支架的空氣過濾器，該過濾器支架支撐聚合性吸著劑粒子。該聚合性吸著劑係二乙烯基苯/馬來酸酐前驅物聚合材料與含氮化合物之反應產物。

【英文】

An air filter including a filter support that supports polymeric sorbent particles. The polymeric sorbent is the reaction product of a divinylbenzene/maleic anhydride precursor polymeric material with a nitrogen-containing compound.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 1

【本代表圖之符號簡單說明】：

1...空氣過濾器

10...過濾器支架/過濾器支架層

100...吸著劑粒子

【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】 包含對醛的聚合性吸著劑的空氣過濾器

AIR FILTERS COMPRISING POLYMERIC SORBENTS
FOR ALDEHYDES

【技術領域】

【先前技術】

【0001】 經常所欲的係從空氣中除去諸如例如甲醛之氣體物質。

【發明內容】

【0002】 廣而言之，本文揭示包含過濾器支架之空氣過濾器，該過濾器支架包含聚合性吸著劑粒子。該聚合性吸著劑係二乙烯基苯/馬來酸酐前驅物聚合材料與含氮化合物之反應產物。此等及其他態樣將經由下文的詳細說明而顯而易見。然而，此廣泛之發明內容不應被解釋為限制可主張的申請標的，不論此類申請標是出現在初始申請的申請專利範圍內、或在修訂或申請答辯過程中所提出的申請專利範圍內。

【圖式簡單說明】

【0003】

圖 1 描繪包含過濾器支架之例示性空氣過濾器之一部分，該過濾器支架包含如本文所揭示之吸著劑粒子。

圖 2 描繪另一例示性空氣過濾器之一部分。

圖 3 描繪另一例示性空氣過濾器之一部分。

圖 4 描繪另一例示性空氣過濾器之一部分。

圖 5 描繪另一例示性空氣過濾器之一部分。

圖 6 描繪包含過濾器支架之例示性呼吸器，該過濾器支架包含如本文所揭示之吸著劑粒子。

圖 7 揭示另一例示性呼吸器。

圖 8 揭示包含過濾器支架之框架式起褶襴之空氣過濾器，該過濾器支架包含如本文所揭示之吸著劑粒子。

圖 9 呈現工作例及比較例之甲醛捕捉效率數據。

圖 10 呈現圖 9 之工作例的甲醛捕捉效率數據，其中 x 軸係藉由每單位面積吸著劑的質量來歸一化。

圖 11 呈現另一工作例及比較例之甲醛捕捉效率數據，其中 x 軸係藉由每單位面積吸著劑的質量來歸一化。

圖 12 呈現另一工作例及比較例之甲醛捕捉效率數據，其中 x 軸係藉由每單位面積吸著劑的質量來歸一化。

【實施方式】

詞彙

【0004】 用語「空氣過濾器(air filter)」表示將過濾器支架所支撐的本文所述之聚合性吸著劑呈遞至空氣（例如移動空氣流），使得可從空氣中除去氣體物質的任何設備或裝置。用語「過濾器支架(filter support)」表示可保持吸著劑粒子並將其等呈遞至例如移動空氣流，但不一定執行任何從移動空氣中過濾微觀粒子的任何結構。用語「過濾器介質(filter media)」表示本身能夠過濾微觀粒子的過濾器支架。「微

觀(microscopic)」粒子係具有小於 100 微米之平均直徑（或當量直徑，在非球形粒子之情況下）的粒子。「精細(fine)」粒子係具有小於 10 微米之平均直徑或當量直徑的粒子。

【0005】 可交換使用之用語「聚合性吸著劑(polymeric sorbent)」與「多孔性聚合性吸著劑(porous polymeric sorbent)」係指多孔性聚合材料，其可吸著氣體物質，諸如例如醛。諸如聚合性吸著劑之多孔性材料可基於例如其等孔洞大小來加以特徵化。用語「微孔洞(micropores)」係指具有小於 2 奈米直徑的孔洞。用語「中孔洞(mesopores)」係指在 2 至 50 奈米範圍中之直徑的孔洞。用語「大孔洞(macropores)」係指具有大於 50 奈米之直徑的孔洞。

【0006】 用語「上游(upstream)」適用於過濾器曝露於移動空氣的情況，且係指移動空氣遇到過濾器的方向；「下游(downstream)」係指過濾空氣離開過濾器的方向。

【0007】 用語「結網(netting)」係指包含相對較少層（五層或更少，經常為一層）固體材料（例如長絲）的過濾器支架。

【0008】 用語「纖維網(fibrous web)」係指包含許多層（例如多於五層）纖維的過濾器支架。

【0009】 用語「熔噴(meltblown)」係指藉由將熔融聚物流擠壓至會聚高速空氣流中所形成的纖維（及所得的纖維網），該會聚高速空氣流係藉助於緊鄰於擠壓孔定位的鼓風孔來引入。具有通常知識者將理解，熔噴纖維及網將特徵性地展現可將此類纖維及網識別出並與其他類型的網區別開的特徵及特性（例如，構成纖維的材料之分子之

定向的差異，如例如藉由光學性質諸如雙折射、熔融行為等等所顯示）。

【0010】 本文揭示如圖 1 中之通用表示所顯示的空氣過濾器 1。空氣過濾器 1 可係將本文揭示之聚合性吸著劑粒子 100 曝露於空氣例如移動空氣流（其中，氣流之大致方向在例示性實施例中係藉由圖 1 及其他圖式中之方塊箭頭指示），使得可從空氣中除去氣體物質（例如醛，諸如甲醛）的任何設備或裝置。

【0011】 空氣過濾器 1 包含至少一個過濾器支架 10。過濾器支架 10 可係以下列方式支撐吸著劑粒子 100 之任何結構，即將吸著劑粒子 100 曝露於空氣，同時保持吸著劑粒子，使得即使空氣移動，吸著劑粒子也不會藉由移動空氣來移除。若空氣移動，則其當以層流之形式時或當以擾流之形式時可能遇到個別吸著劑粒子，或可能在例如穿過吸著劑粒子之集合時在流動狀態之間進行轉變。在一種通常類型之實施例中，過濾器支架 10 可採取以下基材形式，吸著劑粒子 100 係提供在該基材上（例如，附接至其主表面）且例如移動空氣流可橫越跨過該基材，如圖 1 中之通用表示所示。在這種類型之一些實施例中，過濾器支架 10 可例如藉助於將吸著劑粒子附接（例如，黏接）至過濾器支架來保持吸著劑粒子 100。在另一通常類型之實施例中，過濾器支架 10 可例如藉由將吸著劑粒子以機械方式保持在過濾器支架內來保持吸著劑粒子 100，如圖 2 中之通用表示所示。（換言之，在此類實施例中，吸著劑粒子可不一定附接至過濾器支架，但是過濾器支架可以物理方式阻礙吸著劑粒子從過濾器支架中移除及除去。）在一些實施

例中，可採用吸著劑粒子對過濾器支架之機械保持及附接（例如結合）之組合。

【0012】 在一些實施例中，空氣過濾器 1 可係包含吸著劑粒子 100 之過濾器支架 10（例如，可基本上由其組成）（例如，此類過濾器支架之獨立件可裝配至例如室內空氣淨化器中）。在其他實施例中，空氣過濾器 1 可出於任何目的如所欲包含（除至少一個過濾器支架 10 之外）其他層，及/或可額外包含任何其他輔助組件，諸如例如周邊框架、一或多個強化或穩定化構件、一或多個外殼件等等。本文稍後將詳細討論各種特定例示性實施例及佈置。

【0013】 如參照圖 1 指出，在一些實施例中，過濾器支架可採取以下基材（該基材可係不透氣的或透氣的）形式，吸著劑粒子 100 係設置（例如，附接）在該基材之主表面上。這種類型之空氣過濾器可包含，例如，平面基材，其帶有的吸著劑粒子附接至其主表面；中空管，其中吸著劑粒子附接至其內表面；或流通通道陣列，其藉由堆疊或嵌套的微結構化基材（例如，具有 Insley 之美國專利 7955570 中所述的通常類型）來提供，其中吸著劑粒子附接至流通通道之內表面；等等。在一些實施例中，吸著劑粒子 100 可至少實質上呈單層提供在基材之表面上（例如，如圖 1 中所示），除了如可能在統計學上例如在任何工業規模沉積製程中發生的此類偶然堆疊之外。

【0014】 參考圖 2，用語過濾器支架廣泛地涵蓋任何容器，該容器經設計來將吸著劑粒子 100 保持在其中，且包括：至少一個進氣口 11，其用於容許空氣進入容器之內部 13；及至少一個出氣口 12，以允

許經處理之空氣離開容器。此類這種通常類型之支架可包括熟知的過濾器匣，在該過濾器匣中吸著劑粒子 100 保持在由例如一或多個射出模製的外殼零件製成的匣外殼內。在此類過濾器匣中，可提供單個進氣口及/或出氣口；或，多個通孔可係提供在過濾器匣外殼中以共同地提供進氣口或出氣口。此類通孔可具有合適的大小以防止吸著劑粒子穿過其中；及/或在一些實施例中，可提供透氣性保護層（例如，篩網或網眼）來確保吸著劑粒子保持在匣外殼內。在一些實施例中，在支架之接近（例如，支撐及保持）吸著劑粒子之位置中，過濾器支架可係不透氣的（例如，可不含有通孔），如以圖 1 之設計之形式。在其他實施例中，在支架之接近吸著劑粒子之位置中，過濾器支架可係透氣的（例如，可包括一或多個通孔），如以圖 2 之設計之形式。在一些實施例中，呈容器（例如，過濾器匣）之形式的過濾器支架可包含，例如，一或多個射出模製的外殼零件，其等組裝在一起且除（該一或多個）進氣口及（該一或多個）出氣口之外可係不透氣的。此類外殼零件可便利地由例如熱塑性或熱固性聚合物或共聚物製成，該等聚合物或共聚物係選自例如聚醯胺、聚苯乙烯、ABS 聚合物、聚烯烴等等。此類容器還可包括輔助組件，諸如例如一或多個回彈性墊片、門扣、防濺罩、連接器（例如，按將匣連接至例如個人呼吸保護裝置時的需要）等等。

【0015】 應強調，以容器之形式的過濾器支架 10（如在例如圖 2 中）不一定必須採取例如由射出模製的零件製成的剛性匣之形式。相反，在一些實施例中，此類容器可採取例如兩個空氣傳輸「壁(wall)」

之形式，其中之至少一者係由相對撓性的材料（例如，多孔性基材諸如纖維網、穿孔或微穿孔撓性聚合物薄膜等等）製成，其中吸著劑粒子夾在該兩個壁之間。此類容器（其通常仍可被稱為過濾器「匣 (cartridge)」）可採取例如袋或囊之形式。

【0016】 又進一步，用語過濾器支架還廣泛地涵蓋任何多孔性透氣性材料，吸著劑粒子 100 係設置在該多孔性透氣材料上或該多孔性透氣材料內。（多孔性透氣性材料意指包含內部多孔性之材料，該內部多孔性係互連的以便允許氣流通過材料，如與例如閉孔泡沫相區別。）此類材料可係例如任何合適類型之開孔泡沫材料；或，此類材料可係微孔性薄膜；例如，相轉變薄膜、徑跡蝕刻薄膜（例如，具有由可以商標名稱 NUCLEPORE 購自各 Whatman 的各種產品所例示的類型）；或，拉伸擴張薄膜（例如，具有由可以商標名稱 GORE-TEX 購自 W.L Gore and Associates 及可以商標名稱 CELGARD 購自 Celgard corporation 之各種產品所例示的類型。）應當理解，這種通常類型的過濾器支架 10 不限於例如成對地使用，以便限定如上所述的介於其之間的間隔。在一些實施例中，不管特定的使用方式如何，此類過濾器支架 10 可採取片狀材料之形式，該片狀材料展現主平面且展現小於約 8、5、3、或 1 mm 之厚度，且係經組態以允許氣流至少在至少大致上垂直於片狀材料之主平面的方向上從中穿過。

【0017】 從以上討論將理解，如本文所揭示之過濾器支架廣泛地包含以任何形式或幾何形狀的任何材料或佈置（且不論是由例如單個實體諸如無孔性基材、透氣性結網、或多孔性泡沫組成，還是由共同

形成過濾器匣零件的經組裝之組合製成)，其可以將吸著劑粒子呈遞至空氣，例如移動空氣流。在一些實施例中，過濾器支架可經組態，使得移動空氣可例如至少大致上平行於支架之帶有吸著劑粒子的主表面流動（例如，如在圖 1 之佈置中）。在一些實施例中，移動空氣可至少大致上垂直於支架之主表面流動（例如，如在圖 2 之佈置中）。在一些實施例中，移動空氣可在這兩個極端之間的中間的方向上流動。在一些實施例中，在兩個方向上及/或在這兩個極端之間的中間的方向上的氣流可例如在空氣過濾器之不同部分中發生。

【0018】 在以圖 3 中之例示性方式繪示的通常類型的實施例中，空氣過濾器 1 可包含以「蜂巢(honeycomb)」15 之形式的過濾器支架 10。具有通常知識者將把蜂巢識別為流通支架結構，該流通支架結構包含許多允許氣流從中穿過的宏觀通孔，該等孔隙藉由蜂巢結構之隔板（壁）來彼此隔開。（雖然為了方便而在此處使用用語蜂巢，但是具有通常知識者將理解，該結構可具有任何幾何形狀（例如，具有正方形、三角形、圓形等之孔隙），且可以展現稍微不規則之外觀，而不是嚴格限於圖 3 之例示性設計中所示的正六邊形幾何形狀）。經常，此類蜂巢可包含具有相當大的直徑或當量直徑（例如 10 至 15 mm）之通孔，其與上述堆疊的微結構化基材形成對比，該等基材經常可包含具有僅例如幾毫米或更小的直徑或當量直徑之流通通道。蜂巢之壁可由任何合適材料製成，例如模製或擠壓塑膠、紙板或卡紙板、金屬等等。

【0019】 在一些實施例中，吸著劑粒子可附接至限定蜂巢之孔隙的內壁。然而，在一些實施例中，可為便利的是，如圖 3 中利用吸著劑粒子部分或至少實質上填充蜂巢之孔隙（在充填行為允許的情況下，取決於例如吸著劑粒子之平均大小、大小分佈、及形狀）。在這種情況下，蜂巢可具有上游及下游透氣性基材（例如，合適網眼或篩網），其等允許氣流進入及離開蜂巢之通孔且還將吸著劑粒子保持在蜂巢之通孔內。（圖 3 之例示性蜂巢中的氣流方向如由圓/點箭頭所示係面外。）在一些實施例中，吸著劑粒子可鬆散地充填在孔隙內，例如使得粒子能夠輕微移動或偏移。在其他實施例中，吸著劑粒子可彼此結合（例如，藉由使用黏著劑、熱活化黏結劑等，其量足以在接觸點處將粒子彼此結合，但其量將不會不可接受地堵塞粒子而影響其等捕捉氣體物質的能力），例如以便最小化孔隙內的粒子之偏移或沉降。換句話說，在一些實施例中（不一定限於在蜂巢中使用），吸著劑粒子 100 可以藉由結合在一起的粒子之聚集來共同提供的單塊透氣性塊（具有任何所欲大小及形狀）之形式提供，而不是呈個別粒子來提供。製造此類單塊結構（其再次可具有任何合適的大小及形狀，以用於併入至任何所欲空氣過濾器中，例如以用於配合至諸如例如匣或罐之容器中，或以用於形成例如呼吸器之層）之例示性方法例如在 Braun 之美國專利 5033465 中有所討論。將吸著劑粒子結合在一起以製造特別是至少半撓性（且因此可能特別適合用於例如撓性呼吸面具）結構之方法例如 Senkus 之美國專利 6391429 中有所討論。

【0020】 具有通常知識者將理解，在一些以上提及的實施例之間可能不一定存在牢固的分界線（例如，提供在中空管內的吸著劑粒子之間，之於提供在由堆疊的微結構化基材所限定的通道內，之於提供在蜂巢之孔隙內）。所有此類設計及佈置、以及其組合皆涵蓋在包含如本文所揭示的一或多個過濾器支架的空氣過濾器之通常概念內。特別值得注意的是，在一些實施例中，如本文所揭示的空氣過濾器 1 可包含部分填充或至少實質上填充至任何合適容器（具有任何幾何形式且由任何材料（無論是例如剛性還是至少半撓性）製成）之內部中的吸著劑粒子，以便形成例如充填床。在一些實施例中，此類容器可採取中空管之形式，例如類似經常被稱為 Dräger 管之氣體偵測管的管。

【0021】 在一些實施例中，過濾器支架 10 可包含薄的片狀材料，其具有多個允許氣流從中穿過的通孔 22，如圖 4 中之例示性通用表示所示。在各種實施例中，過濾器支架 10 可採取任何合適的結網、網眼、篩網、條子稀洋紗、機織或針織材料、熔紡材料、微穿孔膜等等的形式。為了便於描述任何此類材料，將在本文中使用用語結網，其包含相對較少的（五層或更少；經常為如圖 4 中之單層）的長絲層（或通常為在穿過開口之間的固體材料層）。經常，此類長絲（或片狀過濾器支架材料例如微穿孔膜之固體部分）之直徑或其當量相對較大（例如，0.1、0.2、或 0.5 mm、或更大）。此類結網可包含任何合適的材料例如有機聚合物、無機材料（例如，玻璃或陶瓷）、或金屬或金屬合金。

【0022】 在此類實施例中，氣流可主要穿過結網之固體部分 21（例如長絲）之間的通孔 22 發生，使得氣流定向成至少大致上垂直於支架；然而，若需要，氣流可至少大致上平行於結網發生。在穿過結網的大致上垂直的氣流的情況下，可為便利的是，吸著劑粒子位於結網之上游側 23（如圖 4 中）。然而，若需要，吸著劑粒子可位於結網之下游側 24。在具體實施例中，吸著劑粒子可位於結網之兩側。在一些實施例中，包含吸著劑粒子之結網（或通常，任何足夠透氣的基材）可以「開放面(open-face)」的形式使用，如在圖 1 及 4 之說明性實施例中。在其他實施例中，足夠透氣的二級保持層（例如，第二結網層、或纖維網層、微孔性薄膜、或類似物）可位於吸著劑粒子的頂部以幫助保持吸著劑粒子在適當位置。（換句話說，吸著劑粒子可夾在結網與二級保持層之間。）

【0023】 在許多實施例中，吸著劑粒子 100 可例如藉助於提供在結網之一側的至少一個主表面上的黏著劑（例如，壓敏性黏著劑、熱熔黏著劑、環氧黏著劑、及類似物）28 結合（例如，黏接）至結網之固體材料（例如，長絲）。吸著劑粒子可以各自結合至例如單根長絲，或可結合至多根長絲。若需要，可鑒於吸著劑粒子之平均大小來選擇長絲之平均直徑、及長絲之間的通孔之平均大小。在各種實施例中，此類結網可展現在例如 0.2 mm 至約 2.0 mm 之範圍內之平均長絲直徑。在各種實施例中，結網之開口之範圍可為例如最短尺寸約 0.5 mm 至最長尺寸約 5 mm，且可鑒於吸著劑之粒子大小來選擇。藉助於特定實例，具有在約 1 至 2 mm 之範圍內之開口的結網可良好適於與展現

在 8×20 目之範圍內之粒子大小的吸著劑一起使用。可適於如本文所揭示來使用之例示性結網包括可購自 Delstar Technologies 之各種產品；例如，可以商標名稱 KX215P、R0412-10PR、RB0404-10P、N02014-90PP、RB0404-28P、N03011-90PP、及 TK16-SBSH 購得的產品。

【0024】 在具體實施例中，合適的壓敏性黏著劑 28 可係提供在結網之主表面上（換句話說，壓敏性黏著劑可係提供在共同提供該結網之該主表面的長絲之表面上）。這可例如藉由塗佈壓敏性黏著劑前驅物至結網上，然後將前驅物轉化成壓敏性黏著劑來進行。前驅物可係例如（一或多種）有機溶劑之溶液、乳液、熱熔組成物等等。此類前驅物可例如藉由乾燥以除去溶劑及/或水，藉由冷卻以固體化熱熔組成物等等來轉化。沉積及轉化應以避免不可接受地填充或阻塞結網之通孔之方式進行（除非氣流在過濾器之尋常使用中未穿過結網）。

【0025】 應當理解，在一些實施例中，設置在結網上之粒子可主要由於例如黏結（而不是經由例如機械纏絡）而附接至結網。在一些實施例中，吸著劑粒子可至少實質上以單層之形式存在於過濾器支架上。在其他實施例中，吸著劑粒子可存在於多個層中（例如藉由下列方式來進行：將第一吸著劑粒子層黏接至結網之主表面，在第一吸著劑粒子層的頂部施加額外黏著劑，沉積更多的吸著劑粒子，且將重複該製程以建立具有任何所欲深度之吸著劑粒子的集合）。

【0026】 在一些實施例中，過濾器支架 10 可包含片狀材料，該片狀材料包含許多纖維，該等纖維經常彼此纏絡且經常存在於許多

「層(layer)」中（例如，多於五層），如圖 5 中之例示性實施例中所
 示。為了便於描述任何此類材料，本文中將使用用語纖維網。當然應
 理解，由於許多此類纖維網的隨機性質，纖維可能不一定（且經常將
 不會）存在於離散層（例如，可彼此剝離的層）中；然而，若例如從
 此類網之第一主表面 43 橫越其厚度（深度）至其第二主表面 44（如
 圖 5 中）中遇到五或更多個分開的纖維或纖維之截面，則這將顯而易
 見。展現此類纖維佈置之任何材料均落在如本文所使用的纖維網之定
 義下。

【0027】 經常，此類纖維之直徑或其當量可能相對較小（例如，
 小於 100、80、60、40、20、10、5 或 2 μm ）。當然可使用具有各種
 直徑之纖維的混合物。此類纖維網可係任何合適類型的網，例如纖維
 係相對隨機佈置的非織網（例如，除了在例如梳理網之情況下及在某
 些類型的纖維沉積方法之情況下可發生的此類部分量的纖維對準之
 外）。或者，此類纖維網可包含針織或機織網，在該針織或機織網中纖
 維係以足夠數量之層之形式提供。一般而言，空氣將藉由穿過網之許
 多纖維之間的間隙空間來流過網；經常，此類氣流係如圖 5 中至少大
 致上垂直於之纖維網之主平面來定向。然而，若需要，氣流可至少大
 致上平行於纖維網之主平面發生。此類纖維網之纖維可以任何合適方
 式彼此結合（使得網具有足夠的機械完整性來加工及處理）。此類結合
 方法可選自例如水力纏絡、針紮、壓延、及類似物。在一些實施例
 中，纖維可彼此自生結合，其意指纖維係在高溫下如在烘箱中獲得或
 利用所謂的穿過空氣(through-air)黏結劑來結合，而諸如在點結合或壓

延中不施加固體接觸壓力。在具體實施例中，纖維可係使用 Fox 之美國專利 7947142 中所述的通常類型的自生結合方法（其中加熱空氣流穿過纖維之集合，接著進行強力淬火）來結合。或，可添加一或多種黏結劑（無論是以纖維、固體粒子、水性(water-born)乳液等等），然後激活（例如藉由加熱）來將纖維結合在一起以形成最終網。如下所指出，任何此類結合操作（無論是主要以機械方式藉由纖維之纏絡，還是藉由使用纖維之熔融結合及/或藉由使用添加的黏結劑來實現）可另外用於將吸著劑粒子黏結到網中或網上。

【0028】 在一些實施例中，吸著劑粒子可以與圖 4 之結網上的粒子之佈置略微類似的方式來主要地或專有地沉積在纖維網之主表面（例如，主上游表面）上。在一些實施例中，至少一些吸著劑粒子可至少部分地穿透至纖維網之內部中。（這與具有由例如如圖 4 中之單層長絲所提供的結網的情況形成對比，在此情況下，支架很少或不展現吸著劑粒子可穿透之「內部(interior)」。）在一些此類實施例中，吸著劑粒子可主要發現於纖維網之接近其上或其中沉積吸著劑粒子的主表面的區域中。然而，在許多實施例中，可為所欲的是提供，將吸著劑粒子 100 廣泛分佈在纖維網之整個厚度中（如圖 5 中之例示性實施例中所示），而不是將粒子例如沉積至一個表面上，使得其等保留在表面上或僅穿透至纖維網之內部中短距離。本文稍後討論形成吸著劑粒子廣泛（例如，隨機）分佈於網之整個內部的纖維網的合適方法。

【0029】 在具體實施例中，纖維網過濾器支架可係非纖維網。藉由定義，非纖維網不涵蓋例如機織或針織網或微穿孔膜。此類網可藉

由任何合適的方法製成，且可具有任何合適的類型。例如，此類非纖維網可係：梳理網；經濕式成網之網（例如藉由造紙製程製成）；經乾式成網之網，其例如藉由習知氣流成網製程諸如熟知的 Rando-Webber 製程，或藉由專門製程諸如 Lalouch 之美國專利 8834759 中所述的重力成網製程來製成；或，熔紡網（例如紡黏網、水刺網等等）。（應當理解，根據例如放下的纖維之深度，某些例如紡黏網或水刺網可認定為結網，而不是纖維網。）在具體實施例中，非纖維網可係熔噴網，該方法及所得的網將為具有通常知識者所熟知。可使用此等各種材料之層的任何組合（包括與不是非纖維網的層的組合）。纖維可由任何合適的材料製成，例如熱塑性有機纖維（諸如例如聚烯烴纖維、纖維素纖維、聚酯纖維、耐綸纖維等）、無機纖維（諸如例如玻璃纖維或陶瓷纖維）、金屬纖維等等。

【0030】 吸著劑粒子可藉由任何合適的方法來提供在多孔性材料（例如，纖維網諸如非纖維網）上及/或其內，以形成本文揭示的空氣過濾器之過濾器支架。在一些實施例中，吸著劑粒子可沉積在現成的纖維網上或中。例如，在一些實施例中，非纖維網可包含一或多種黏結組分，諸如可結合纖維及/或非纖維黏結劑（非纖維黏結劑可採取例如粒子、乳液、或乳膠等等之形式）。可將網加熱至一定溫度以軟化並活化此類（一或多種）黏結組分，且然後可將吸著劑粒子沉積至待結合之非纖維網之主表面上。應當理解，許多此類製程可優先導致吸著劑粒子存在於其上沉積吸著劑粒子的非纖維網之主表面上或附近。若需要，可

重複此類方法多次，其中連續的層結合在一起，以形成多層產品，在該多層產品中包含吸著劑粒子。

【0031】 在其他實施例中，吸著劑粒子可在製造網之製程期間引入非織網中。例如，若藉由熔噴製造非織網，則可為便利的是，將吸著劑粒子引入流動的初期纖維流中（用語初期纖維係指可能已經或可能尚未開始固體化成纖維或完成固體化成纖維之熔融流）。執行此類操作之通常方法揭示於 Fox 之美國專利申請公開案第 20120272829 號中，該案以引用方式併入本文。初期纖維可在初期纖維具有至少輕微黏性（可結合性）之條件下沉積（例如，在臨時收集表面上或作為過濾器支架之部分保留的二級網上）。此類佈置可提供，熔噴非織網之至少一些纖維結合（例如，熔融結合）至吸著劑粒子。以此方式，可在單次操作中製造其中包含吸著劑粒子之熔噴網。

【0032】 當然，亦可使用其他方法來在將纖維作為網進行收集之前將吸著劑粒子引入纖維之混合物中。例如，吸著劑粒子可與輸入至網形成製程（例如，以上提及的重力成網之網形成製程）之纖維混合，以形成其中包含吸著劑粒子之收集的纖維塊。此類方法可包括向輸入材料中添加黏結劑（無論是以纖維之形式，還是呈非纖維黏結劑，諸如粒子、乳液等），使得收集的纖維塊可經加熱以將纖維黏結在一起以形成網及/或將吸著劑粒子結合至網中。無論使用哪種/些方法，吸著劑粒子結合至纖維網中或上的主要機制可與用於將纖維黏結在一起以形成網之黏結機制相同或不同。

【0033】 特別關於熔噴纖維網，可使用多種纖維形成聚合材料來形成此類纖維。至少一些纖維可由在製造非織網中使用的條件（例如，熔噴條件）下展現足夠的結合（黏著）性質之材料製成。實例包括熱塑性塑膠，諸如聚胺甲酸酯彈性材料、聚丁烯彈性材料、聚酯彈性材料、聚醚嵌段共聚醯胺彈性材料、聚烯烴基彈性材料（例如，可以商標名稱 VERSIFY 購自 Dow 者）、及彈性苯乙烯嵌段共聚物（例如，可以商標名稱 KRATON 購自 Kraton Polymers, Houston, TX 者）。還可使用多組分纖維（例如，芯鞘型纖維、可分裂或並列雙組分纖維、及所謂的「海島型(islands in the sea)」纖維），其中纖維之至少一個曝露表面（例如，芯鞘型纖維之鞘部分）展現足夠的黏著性質。

【0034】 在一些實施例中，能夠結合至吸著劑粒子 100 之纖維可係存在於熔噴網中之唯一纖維。在其他實施例中，可存在其他纖維（例如，其等不在任何顯著程度上參與結合吸著劑粒子），例如只要存在足夠的可結合纖維即可。在各種實施例中，可結合纖維可以包含至少約 2 重量百分比、至少約 4 重量百分比、及至少約 6 重量百分比的熔噴非織網。在進一步實施例中，可結合纖維可包含不大於約 20 重量百分比、不大於約 17 重量百分比、及不大於約 15 重量百分比的熔噴非織網。存在於網中之任何不可結合纖維可具有任何合適的類型及組成；例如，可使用任何熟知的聚烯烴纖維（例如聚丙烯、聚乙烯、及類似物），如可使用任何熟知的聚酯纖維。在至少一些實施例中，非織網基本上不含任何種類之任何添加的黏結劑。即，在此類情況下，吸著劑粒子之基本上所有黏結（以將其等保持在熔噴非織網中）係藉由

可結合纖維來執行。因此，此類實施例排除存在以諸如粒子或粉末、液體諸如乳膠、乳液、懸浮液、或溶液等等形式之黏結劑。

【0035】 應當理解，以上討論係關於纖維與吸著劑粒子之結合至少部分地用於將粒子保持在非織網內之方法。吸著劑粒子在纖維內之物理纏絡亦可幫助將吸著劑粒子保持在非織物內。在一些實施例中，可將二級透氣層（例如條子稀洋紗或內貼邊）施加至（例如，結合至）非織網之一或多個主表面以最小化任何吸著劑粒子從非織網中移除之機會。事實上，在一些實施例中，可為便利的是，將形成熔噴非織網之初期纖維（連同合併至初期纖維流中之吸著劑粒子）沉積至二級網（例如，條子稀洋紗或內貼邊）之主表面上，使得熔噴網在製造熔噴網之作用中結合到二級網。

【0036】 在一些實施例中，空氣過濾器 1 可包含至少一個過濾器介質 40。過濾器介質係可保持吸著劑粒子 100 且將其等曝露於空氣的過濾器支架 10；除此之外，過濾器介質係具體類型的過濾器支架，其能夠從移動空氣中過濾顯著量的微觀粒子（即，平均直徑為 100 微米或更小的粒子）。過濾器介質 40 可包含可提供透氣性網狀結構且此外本身能夠過濾微觀粒子的任何材料，吸著劑粒子可併入該透氣性網狀結構中或上，以便將吸著劑粒子呈遞至正穿過透氣性網狀結構之空氣流。此類過濾器介質可係例如非織網，其係是熔噴網及/或帶電網。

【0037】 如所指出，過濾器介質能夠捕捉顯著量的微觀粒子（直徑為 100 μm 或更小）。在特定實施例中，過濾器介質可能能夠捕捉顯著量的在例如 10 μm 或更小之範圍內或甚至在 2.5 μm 或更小之範圍

內之精細粒子。在具體實施例中，過濾器介質可以能夠執行 HEPA 過濾。應當理解，使用如下所述之駐極體（帶電）材料可實質上增強執行例如精細粒子過濾或 HEPA 過濾之能力。在各種實施例中，過濾器介質 40 可展現小於約 80、70、60、50、40、30、20、10、或 5 之穿透百分比（本文中指定為使用鄰苯二甲酸二辛酯作為挑戰材料，且使用 Fox 之美國專利第 7947142 號中所述之方法來測試）。本文中通常關於過濾器支架所述之所有製程（例如，纖維結合、充電、褶襞處理、及類似物）、參數、及特徵化可係特別地應用於過濾器介質。

【0038】 在一些實施例中，用作過濾器支架（或特別是作為過濾器介質）之非織網（例如，熔噴非織網）可包括帶靜電纖維。此類纖維之充電可藉由任何合適的方法，例如藉由如 Angadjivand 之美國專利第 5496507 號中所教導或如 Sebastian 之美國專利公開案第 2009/0293279 號中所教導使用水向非織網賦予電荷來進行。非織駐極體網亦可藉由如 Klaase 之美國專利第 4588537 號中所述之電暈充電，或如 Brown 之美國專利第 4798850 號中所述使用機械方法向纖維賦予電荷來生產。可使用此類方法之任何組合。纖維可在形成非織網之前或在形成非織網之後充電。（在任何情況下，若要褶襞處理，任何此類充電可在空氣過濾器介質起褶襞之前便利地執行。）在空氣過濾器包括作為與過濾器支架 10 不同的層的粒子過濾層之情況下（如下所述），此類粒子過濾層可例如藉由任何以上方法來充電（若需要）。

【0039】 若將過濾器支架（無論是獨立式的，還是多層組件之部分）褶襞處理，則褶襞形成及褶襞間隔可使用任何合適的技術來執

行，包括在 Siverson 之美國專利第 4798575 號、Siverson 之美國專利第 4976677 號、及 Wenz 之美國專利第 5389175 號中所揭示者。可使用之褶襴處理程序亦描述於例如 Duffy 之美國專利第 7235115 號中。(然而，應當理解，在至少一些實施例中，可避免使用刻劃褶襴處理(score-pleating)，因為刻劃製程可用於粉碎至少一些吸著劑粒子。)在各種實施例中，起褶襴之空氣過濾器支架可包括每 2.5 公分約 0.5 至約 5 個褶襴。更具體而言，褶襴間隔可係例如約 6、8、10、或 12 mm 至約 50、40、30、20、或 15 mm。在各種實施例中，褶襴高度可係例如約 15、20、25、或 30 mm 至約 100、80、60、或 40 mm。

【0040】 空氣過濾器 1 可包含由單層組成之過濾器支架 10 (藉由定義，其支撐至少一些聚合性吸著劑粒子 100)；或多個過濾器支架 10 層 (例如，各層包括至少一些聚合性吸著劑粒子 100) 可存在於空氣過濾器 1 中。特別地，若 (一或多個) 過濾器支架 10 本身不是如本文中所定義之空氣過濾器介質，則空氣過濾器 1 可包括 (除了至少一個過濾器支架層 10 之外) 一或多個粒子過濾層 (例如，能夠過濾微觀粒子、精細粒子、及/或 HEPA 過濾)，其等不包括聚合性吸著劑粒子 100。這種粒子過濾層可係帶靜電的 (若需要)，且在各種實施例中可展現小於約 80、70、60、50、40、30、20、10、或 5 之穿透百分比。(用語粒子廣泛地涵蓋例如氣溶膠、粉塵、煙霧、煙氣、煙、黴、細菌、孢子、花粉等等。)在具體實施例中，此類粒子過濾層可以係高蓬鬆性紡黏非織網，其例如具有 Fox 之美國專利 8240484 中所述的

類型，且包含小於 8%至約 4%之固性，且其包含實質上不含捲曲纖維、間隙形成的纖維、及雙組分纖維之熔紡纖維。

【0041】 不管是否存在任何粒子過濾層，空氣過濾器 1 可包含（除了至少一個過濾器支架層 10 及任何可選的粒子過濾層之外）一或多個例如用作覆蓋層、粗預濾器、載體層、皮膚接觸層之二級層（例如，條子稀洋紗、結網、覆蓋物等等），以提供機械支撐或硬挺度等等。即，通常，且不考慮過濾器支架層 10 之具體類型、組態、或構造，此類過濾器支架層可提供為多層透氣性組件（堆疊）之一個層，其可共同提供空氣過濾器 1。如本文中所述，任何此類多層堆疊當然可係起褶襖的、框架式的等等。

【0042】 本文揭示之吸著劑粒子（無論是例如分散在非織纖維網內、設置在基材之表面上、填充至（一或多個）例如形成充填床之插座中等）可與任何二級吸著劑粒子組合使用，經組態以捕捉存在於空氣中之任何所欲組分（例如，有害氣體/蒸氣）。在一些實施例中，此類二級吸著劑粒子可存在於分開的層中，其例如在聚合性吸著劑粒子 100 之上游或下游。在其他實施例中，吸著劑粒子 100 及任何所欲的（一或多種）二級吸著劑粒子可混合在一起。二級吸著劑粒子（無論是用於分開的層還是作為與聚合性吸著劑粒子 100 之混雜混合物）可選自例如活性碳、氧化鋁及其他金屬氧化物、黏土、霍佳劑、離子交換樹脂、分子篩、及沸石、二氧化矽、碳酸氫鈉等等，包括此等材料中之任一者之組合。在具體實施例中，二級吸著劑粒子（例如活性碳）可係浸漬吸著劑粒子，其等合適地浸漬有例如任何所欲的金屬鹽

或化合物。可適於用作二級吸著劑粒子之各種粒子（包括浸漬粒子）詳述於 Billingsley 之美國專利申請公開案第 2015/0306536 號中，該案出於此目的以引用方式整體併入本文。可使用此等粒子中之任一者之任何組合。

【0043】 在一些實施例中，包含如本文所揭示之吸著劑粒子 100 之空氣過濾器 1 可與二級空氣過濾器組合使用，該二級空氣過濾器係與空氣過濾器 1 分開提供。在一些實施例中，空氣過濾器 1 及二級空氣過濾器可係分開裝配至空氣處理設備之不同區域中。（例如，空氣過濾器 1 及二級空氣過濾器可各自係框架式空氣過濾器，且可各自係分開插入例如室內空氣淨化器中。）或者，空氣過濾器 1 及二級空氣過濾器可在裝配至例如空氣處理設備之前組裝在一起（且例如彼此附接）。空氣過濾器 1 可放置在例如二級空氣過濾器之上游或下游（若空氣過濾器 1 係在上游，則其可用作例如二級過濾器之預濾器）。在一些例示性實施例中，二級空氣過濾器可經組態以例如捕捉精細粒子，且可展現例如小於約 80、70、50、60、40、30、20、10、或 5 之穿透百分比。

【0044】 包含本文揭示之吸著劑粒子 100 之過濾器支架 10 可用於任何種類的空氣過濾器 1，其經組態用於任何合適的最終用途。藉助於特定實例，過濾器支架 10 可用於例如空氣過濾器中，該空氣過濾器係個人呼吸保護裝置或其部分。已經指出，過濾器支架 10 可採取過濾器匣之形式，其可以流體地偶聯至面具主體，以提供個人呼吸保護裝置（例如，過濾器匣係拋棄式的，且面具主體係經成形以配合使用

者之面部且被保持的件，且替換過濾器匣在適當時間附接至面具主體)。在其他實施例中，過濾器支架 10 可併入「過濾面罩(filtering face-piece)」呼吸器面具 60 中。在此類通常類型的產品中，面具主體本身提供過濾功能。即，與使用面具主體連同可附接過過濾器匣或類似物之呼吸器不同，過濾面罩呼吸器係設計成使（一或多個）過濾層存在於整個面具主體之大部分或基本上全部上，使得無需裝配或替換過濾器匣。（即，在過濾面罩呼吸器中，面具主體本身執行過濾功能，而不是依靠一或多個附接至其上的匣。）過濾面罩呼吸器 60 經常以兩種組態之一者出現：模製的（例如成形為大致上杯狀以便配合使用者之面部），如圖 6 中之例示性表示所示；及平折式(flat-fold)，其可以平坦或接近平坦的條件提供，然後可展開並伸展以配合使用者之面部，如圖 7 中之例示性表示所示。

【0045】 此類呼吸器面具（無論是例如平折式呼吸器，還是模製呼吸器）60 可包含任何所欲的輔助層（例如，一或多個覆蓋層、硬挺層、預濾器層、及類似物）及組件（例如一或多個排氣閥、附接帶或弦、鼻罩等等）。若用於平折式呼吸器面具中，則過濾器支架 10 可經常採取相對撓性層之形式（例如，提供有一或多個優先折疊線 63 以使材料更易折疊）。若將過濾器支架 10 用於模製呼吸器面具（其未設計成可折疊的），則過濾器支架 10 可係例如稍微半剛性材料（然而，應指出，由於在許多模製杯狀呼吸器面具中，大部分硬挺度可由與（一或多個）過濾層分開之硬挺層提供，所以過濾器支架 10 可能不一定嚴格是剛性的，或甚至半剛性的，以用於此類產品）。

【0046】 應當理解，上述用途主要落在所謂的「負壓(negative-pressure)」呼吸器之類別中；即，用於移動空氣之原動力係使用者之呼吸而不是分開提供的電動風扇之產品。此類負壓呼吸器係經常組態為例如全面呼吸器、半面呼吸器、及罩（例如逃生罩、防煙罩、及類似物）。所有此類產品皆係藉由如本文所使用的用語負壓呼吸器來涵蓋，且過濾器支架 10 可係與任何此類產品一起使用。

【0047】 在其他實施例中，過濾器支架 10 可用於移動空氣之原動力係電動風扇或鼓風機的呼吸器。此類產品可包括例如 PAPR（動力空氣淨化呼吸器）。在此類產品中，過濾器支架 10（且，通常為空氣過濾器 1）可定位於使用者之面部或頭部附近；或其可遠程地定位（例如，位於皮帶磨損外殼之插座中）。

【0048】 在如圖 8 中之例示性實施例中所示的一些實施例中，過濾器支架 10（例如，無論是否係起褶襴的，且無論是否包括任何其他層，諸如粒子過濾層等）可併入空氣過濾器 1 中，該空氣過濾器 1 包括周邊框架 70（例如，剛性化或支撐框架），其可例如佈置在過濾器支架之周邊邊緣區域周圍。用於框架之合適材料包括粗紙板、或紙板、合成塑膠材料、及金屬。合適的框架構造可選自例如 Pitzen 之美國專利第 6126707 號之圖 1 至 4 中所示的「捏縮(pinch)」框架構造、‘707 專利之圖 5 及 6 中所示的「箱(box)」框架構造、‘707 專利之圖 7 至 11 中所示的拼合框架構造，Sundet 之美國專利第 7503953 號中揭示的任何框架構造、及 Duffy 之美國專利第 7235115 號中揭示的任何

框架構造。任何此類框架可藉由任何合適方法（例如熱熔結合、室溫膠等等）來附接至過濾器支架。

【0049】 包含過濾器支架 10 之空氣過濾器 1（無論是否係框架式）可有利地用於在任何合適動力空氣處理系統中（例如，在 HVAC 系統中）（例如，在經常用於住宅、辦公樓、零售場所等等中之強制空氣加熱、冷卻、及/或加熱/冷卻系統中）過濾移動空氣。此類過濾器亦可用於室內空氣淨化器、電動車輛（諸如，在例如汽車之座艙空氣過濾中）、潔淨室、工作室、及類似物。在一些實施例中，如上所指出，空氣過濾器 1（例如，作為過濾器匣之部分）可插入至動力空氣淨化呼吸器之空氣通路中。雖然在任何或所有此類用途中，空氣過濾器 1 可能不一定是框架式空氣過濾器，但在許多此類用途中，空氣過濾器 1 是框架式空氣過濾器可為有利的。

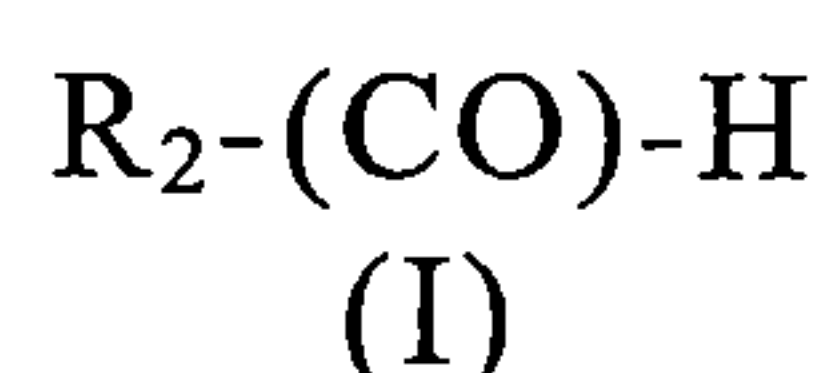
【0050】 以上討論係關於在合適的過濾器支架 10 上提供聚合性吸著劑粒子 100 以提供空氣過濾器 1、及定位空氣過濾器使得支撐的吸著劑粒子曝露於空氣之方法（用語空氣係廣泛使用的且涵蓋任何氣體或氣體混合物，例如氮氣、除濕氮氣或空氣、富氧空氣、包括麻醉氣體或氣體混合物之空氣等等）。在許多實施例中，吸著劑粒子所曝露之空氣係以移動空氣流之形式。在某些情況下（其可稱為「主動(active)」過濾），此類移動空氣可藉由電動鼓風機、風扇等等來推動。在其他情況下（其可稱為「被動(passive)」過濾），此類移動空氣可例如藉由人之呼吸而不是藉由任何電動機制來推動。用語「被動(passive)」過濾還涵蓋空氣過濾器 1 例如在環境氣氛中曝露於氣流、

渦流、及類似物之情況。此類氣流及渦流可採取例如風之形式（諸如可能衝擊過濾器支架 10 之以例如紗窗之形式提供的外表面）。或，在室內環境中，此類氣流及渦流可採取在建築物之室內定期發生的對流、隨機氣流等之形式（歸因於例如開門及關門，人移動、及類似物）。因此，應當理解，如本文所揭示之空氣過濾器 1 涵蓋諸如以下裝置，例如匣、袋子、小袋、罐、或通常任何種類的容器，其將吸著劑粒子 100 保持在其中，且具有至少一個透氣性壁以便允許空氣進入容器並接觸吸著劑粒子，然後離開容器，不管此類裝置是不是與任何種類的機械鼓風機一起使用或是用於任何種類的呼吸器。

【0051】 廣而言之，如本文所述之空氣過濾器 1 可用於任何合適的應用，在應用中所欲的是從空氣中除去至少一些醛分子。此類用途可涉及經設計用於單個使用者使用之個人裝置（例如個人呼吸保護裝置）、或經設計用於例如建築物、車輛、及無論是人居住、工作還是聚會之其他場所之集體裝置（例如室內空氣淨化器、HVAC 系統等等）。如所指出，此類用途可涉及「主動(active)」或「被動(passive)」過濾，且可使用以多種幾何格式中之任一者組態且包含各種材料中之任一者的空氣過濾器 1。亦所指出，除了本文所述之聚合性吸著劑粒子 100 之外，還可使用一或多種二級吸著劑，無論是與粒子 100 混合及/或是提供於分開的層中。如進一步所指出，空氣過濾器 1 可包括至少一個層（除了該至少一個支撐聚合性吸著劑粒子 100 的支架層 10 之外），其提供精細粒子過濾及/或其捕捉非係醛之一些氣體/蒸氣。除此之外，或作為此之附加物，除了空氣過濾器 1 之外，還可提供二級空

氣過濾器，例如以執行精細粒子之過濾及/或以捕捉一些其他氣體/蒸氣。此外，可使用過濾器支架之上述實施例中之任一者之組合。例如，聚合性吸著劑粒子 100 可設置在纖維網內，或至結網之表面上，該網或結網可例如放置在外殼內以提供過濾器匣。

【0052】 聚合性吸著劑粒子 100 係二乙烯基苯/馬來酸酐前驅物聚合材料與含氮化合物之反應產物。含氮化合物變成共價附接至聚合材料。聚合性吸著劑一般係以多孔性粒子之形式提供，其中經常孔洞大小係在中孔洞及/或微孔洞之範圍內。聚合性吸著劑可用來吸著在室溫下或在使用條件下具有揮發性的醛。合適之醛一般具有式(I)

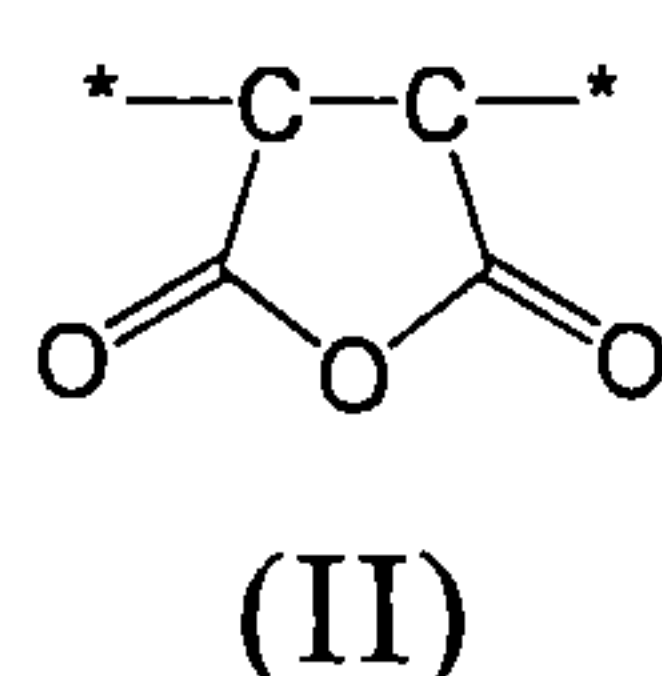


其中 R_2 係氫、烷基、乙烯基、或芳基。具有式(I)之醛之分子量一般不大於 200 克/莫耳。在一些實施例中，該醛係甲醛（ R_2 係氫）或乙醛（ R_2 係甲基）。

【0053】 如上所指出，聚合性吸著劑係藉由二乙烯基苯/馬來酸酐前驅物聚合材料與含氮化合物之反應獲得。前驅物聚合材料係合成自可聚合組成物，可聚合組成物包括含有馬來酸酐、二乙烯基苯、及可選的苯乙烯型單體之單體混合物。更具體言之，前驅物聚合材料係由含有下列之單體混合物形成：1) 8 至 65 重量百分比之馬來酸酐，2) 30 至 85 重量百分比之二乙烯基苯，及 3) 0 至 40 重量百分比之苯乙烯型單體，其中苯乙烯型單體係苯乙烯、經烷基取代之苯乙烯、或其組合。量係基於單體混合物中之單體總重量，其等於可聚合組成物中之

單體總重量。當使用前驅物聚合材料形成可以特別有效吸著醛之聚合性吸著劑時，單體混合物常常含有 1) 15 至 65 重量百分比之馬來酸酐，2) 30 至 85 重量百分比之二乙烯基苯，及 3) 0 至 40 重量百分比之苯乙烯型單體，其中苯乙烯型單體係苯乙烯、經烷基取代之苯乙烯、或其組合。

【0054】 包括在單體混合物中之馬來酸酐會導致在前驅物聚合材料內形成式(II)馬來酸酐單體單元。



此式及本文所包含其它式中之星號係指單體單元與另一個單體單元或末端基團之附接位置。

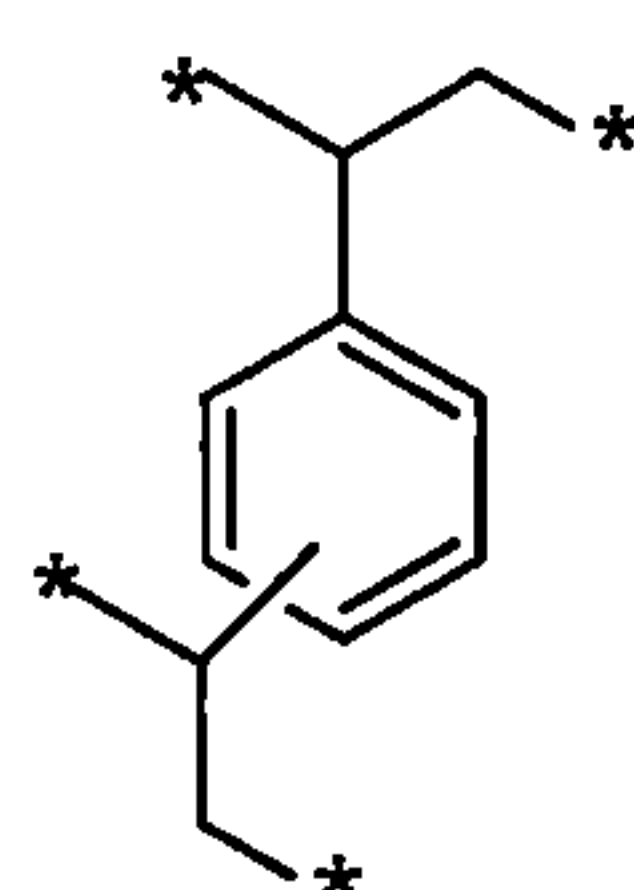
【0055】 用來形成前驅物聚合材料之馬來酸酐量會影響可與前驅物聚合材料反應以形成聚合性吸著劑之含氮化合物量。含氮化合物會與酸酐基團反應而變成共價附接至係為聚合性吸著劑之聚合材料。

【0056】 在一些實施例中，包括在單體混合物中之馬來酸酐量係至少 8 重量百分比、至少 10 重量百分比、至少 12 重量百分比、至少 15 重量百分比、或至少 20 重量百分比。馬來酸酐量可係為至多 65 重量百分比、至多 60 重量百分比、至多 55 重量百分比、至多 50 重量百分比、至多 45 重量百分比、至多 40 重量百分比、至多 35 重量百分比、至多 30 重量百分比、或至多 25 重量百分比。例如：馬來酸酐存在量可在 8 至 65 重量百分比、15 至 65 重量百分比、15 至 60 重量百

分比、15 至 50 重量百分比、15 至 40 重量百分比、20 至 65 重量百分比、20 至 60 重量百分比、20 至 50 重量百分比、20 至 40 重量百分比、30 至 65 重量百分比、30 至 60 重量百分比、30 至 50 重量百分比、40 至 65 重量百分比、或 40 至 60 重量百分比之範圍內。量係基於用來形成前驅物聚合材料的可聚合組成物中所含之單體混合物中之單體總重量。

【0057】 換言之，前驅物聚合材料含有之式(II)單體單元係在 8 至 65 重量百分比、15 至 65 重量百分比、15 至 60 重量百分比、15 至 50 重量百分比、15 至 40 重量百分比、20 至 65 重量百分比、20 至 60 重量百分比、20 至 50 重量百分比、20 至 40 重量百分比、30 至 65 重量百分比、30 至 60 重量百分比、30 至 50 重量百分比、40 至 65 重量百分比、或 40 至 60 重量百分比之範圍內。這些量係基於前驅物聚合材料中之單體單元總重量。

【0058】 單體混合物中所包括之二乙烯基苯會導致前驅物聚合材料中形成式(III)之二乙烯基苯單體單元。



(III)

附接至苯環之兩個基團可彼此呈鄰位、間位、或對位排列。式(III)之單體單元會促成高交聯密度，並促成具有微孔洞與/或中孔洞之堅硬聚合材料形成。

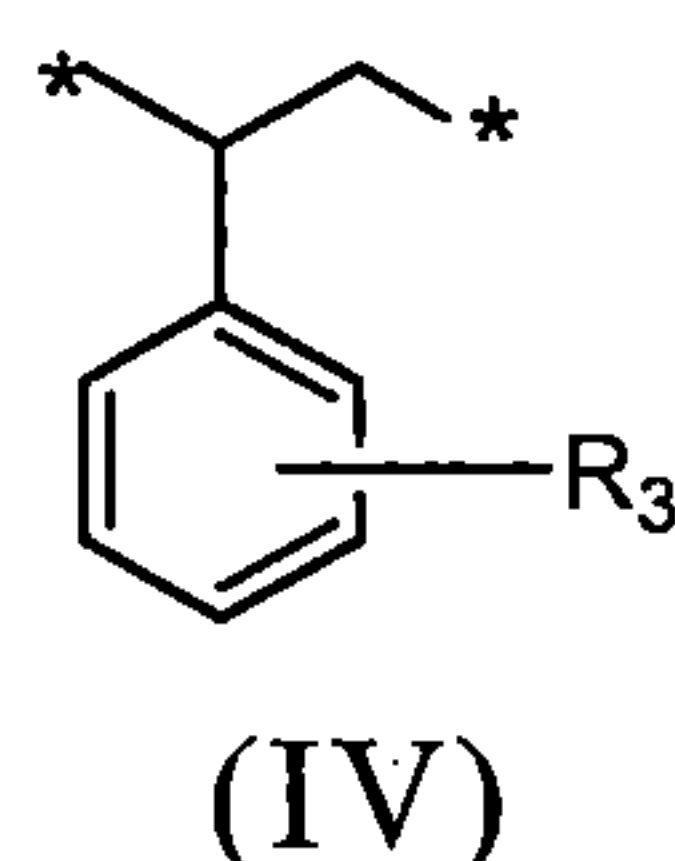
【0059】 用來形成前驅物聚合材料之二乙烯基苯量可對前驅物聚合材料與聚合性吸著劑二者之 BET 比表面積有強烈影響。當用來形成前驅物聚合材料之單體混合物中之二乙烯基苯量及聚合性吸著劑中之式(III)單體單元生成量提高時，BET 比表面積傾向會隨之增加。若二乙烯基苯量小於 30 重量百分比，則聚合性吸著劑可能沒有足夠高之 BET 比表面積。另一方面，若二乙烯基苯量大於 85 重量百分比時，可能會減損醛之吸著量，因為聚合性吸著劑中的含氮基團數量較少。在一些實施例中，包括在單體混合物中之二乙烯基苯量係至少 30 重量百分比、至少 35 重量百分比、至少 40 重量百分比、或至少 45 重量百分比。二乙烯基苯量可係至多 85 重量百分比、至多 80 重量百分比、至多 75 重量百分比、至多 70 重量百分比、至多 65 重量百分比、至多 60 重量百分比、或至多 50 重量百分比。例如，量可在 30 至 85 重量百分比、30 至 80 重量百分比、30 至 75 重量百分比、30 至 70 重量百分比、30 至 65 重量百分比、30 至 60 重量百分比、30 至 55 重量百分比、30 至 50 重量百分比、35 至 80 重量百分比、35 至 70 重量百分比、35 至 60 重量百分比、40 至 85 重量百分比、40 至 80 重量百分比、40 至 70 重量百分比、或 40 至 60 重量百分比之範圍內。量係基於用來形成前驅物聚合材料的可聚合組成物中所含之單體混合物中之單體總重量。

【0060】 換言之，前驅物聚合材料中含有之式(III)單體單元係在 30 至 85 重量百分比、30 至 80 重量百分比、30 至 75 重量百分比、30 至 70 重量百分比、30 至 65 重量百分比、30 至 60 重量百分比、30 至 55 重量百分比、30 至 50 重量百分比、35 至 80 重量百分比、35 至 70 重量百分比、35 至 60 重量百分比、40 至 85 重量百分比、40 至 80 重量百分比、40 至 70 重量百分比、或 40 至 60 重量百分比之範圍內。這些量係基於前驅物聚合材料中之單體單元總重量。

【0061】 二乙烯基苯很難以純淨形態獲得。例如，市售可得之二乙烯基苯經常具有低達 55 重量百分比之純度。要獲得純度大於約 80 重量百分比之二乙烯基苯可能相當困難以及/或昂貴。伴隨二乙烯基苯之雜質通常為苯乙烯型單體，諸如苯乙烯、經烷基取代之苯乙烯（例如，乙基苯乙烯）、或其混合物。因此，苯乙烯型單體常伴隨二乙烯基苯與馬來酸酐存在於用來形成前驅物聚合材料之可聚合組成物中所含有之單體混合物中。基於單體混合物中之單體總重量，單體混合物通常含有 0 至 40 重量百分比之苯乙烯型單體。若苯乙烯型單體含量大於 40 重量百分比時，交聯密度可能太低，且/或交聯之間的距離可能太大，無法提供具有所需 BET 比表面積（例如，至少 25 m²/克）之聚合性吸著劑。隨著交聯密度降低，聚合性吸著劑傾向於較不堅硬且多孔性較低。通常，純度為 55 重量百分比之二乙烯基苯不適合在用來形成前驅物聚合材料之單體混合物中使用，因為苯乙烯型單體雜質含量太高。亦即，為了提供具有最少量二乙烯基苯之單體混合物，二乙烯基苯之純度經常係至少約 80 重量百分比。使用純度低於約 80 重量百分

比之二乙烯基苯，可能造成所形成之前驅物聚合材料與/或聚合性吸著劑具有不理想之低 BET 比表面積。

【0062】 包括在單體混合物中之苯乙烯型單體會導致式(IV)苯乙烯型單體單元存在於前驅物聚合材料中。



基團 R_3 係氫或烷基（例如，具有 1 至 10 個碳原子、1 至 6 個碳原子或 1 至 4 個碳原子之烷基）。

【0063】 在一些實施例中，用來形成前驅物聚合材料之苯乙烯型單體量係至少 1 重量百分比、至少 2 重量百分比、或至少 5 重量百分比。苯乙烯型單體量可係至多 40 重量百分比、至多 30 重量百分比、至多 20 重量百分比、或至多 10 重量百分比。例如，量可在 0 至 40 重量百分比、1 至 40 重量百分比、5 至 40 重量百分比、10 至 40 重量百分比、0 至 30 重量百分比、1 至 30 重量百分比、5 至 30 重量百分比、10 至 30 重量百分比、0 至 20 重量百分比、1 至 20 重量百分比、5 至 20 重量百分比、或 10 至 20 重量百分比之範圍內。量係基於用來形成前驅物聚合材料的可聚合組成物中所含之單體混合物中之單體總重量。

【0064】 換言之，前驅物聚合材料中所含有之式(IV)單體單元係在 0 至 40 重量百分比、1 至 40 重量百分比、5 至 40 重量百分比、10

至 40 重量百分比、0 至 30 重量百分比、1 至 30 重量百分比、5 至 30 重量百分比、10 至 30 重量百分比、0 至 20 重量百分比、1 至 20 重量百分比、5 至 20 重量百分比、或 10 至 20 重量百分比之範圍內。這些量係基於前驅物聚合材料中之單體單元總重量。

【0065】 總而言之，前驅物聚合材料係由含有單體混合物之可聚合組成物形成，單體混合物包括 8 至 65 重量百分比之馬來酸酐、30 至 85 重量百分比之二乙烯基苯、與 0 至 40 重量百分比之苯乙烯型單體。在一些實施例中，單體混合物含有 15 至 65 重量百分比之馬來酸酐、30 至 85 重量百分比之二乙烯基苯、與 0 至 40 重量百分比（或 5 至 40 重量百分比）之苯乙烯型單體。一些實施例含有 25 至 65 重量百分比之馬來酸酐、30 至 75 重量百分比之二乙烯基苯、與 1 至 20 重量百分比（或 5 至 20 重量百分比）之苯乙烯型單體。一些實施例含有 25 至 60 重量百分比之馬來酸酐、30 至 75 重量百分比之二乙烯基苯、與 1 至 30 重量百分比（或 5 至 30 重量百分比或 10 至 30 重量百分比）之苯乙烯型單體。在又其它實施例中，單體混合物含有 30 至 65 重量百分比之馬來酸酐、30 至 70 重量百分比之二乙烯基苯、與 1 至 20 重量百分比（或 5 至 20 重量百分比或 10 至 20 重量百分比）之苯乙烯型單體。在又其它實施例中，單體混合物含有 30 至 60 重量百分比之馬來酸酐、30 至 65 重量百分比之二乙烯基苯、與 1 至 20 重量百分比（或 5 至 20 重量百分比或 10 至 20 重量百分比）之苯乙烯型單體。在進一步實施例中，單體混合物含有 40 至 60 重量百分比之馬來酸酐、30 至 55 重量百分比之二乙烯基苯、與 1 至 20 重量百分比（或

5 至 20 重量百分比、或 10 至 20 重量百分比) 之苯乙烯型單體。在又進一步實施例中，單體混合物含有 20 至 40 重量百分比之馬來酸酐、50 至 70 重量百分比之二乙烯基苯、與 1 至 20 重量百分比(或 5 至 20 重量百分比或 10 至 20 重量百分比) 之苯乙烯型單體。重量百分比值係基於用來形成前驅物聚合材料之單體混合物中之單體總重量。

【0066】 包括在用來形成前驅物聚合材料之可聚合組成物中之單體混合物通常含有至少 95 重量百分比之選自馬來酸酐、二乙烯基苯、與苯乙烯型單體之單體。例如，單體混合物中之至少 97 重量百分比、至少 98 重量百分比、至少 99 重量百分比、至少 99.5 重量百分比、至少 99.9 重量百分比、或 100 重量百分比單體係選自馬來酸酐、二乙烯基苯、與苯乙烯型單體。在一些使用高純度二乙烯基苯之實施例中，單體混合物僅含有二乙烯基苯與馬來酸酐。亦即，二乙烯基苯與馬來酸酐之總量係 100 重量百分比。

【0067】 除了單體混合物外，用來形成前驅物聚合材料之可聚合組成物尚包括有機溶劑。在聚合之前，可聚合組成物係呈單相。換言之，在聚合之前，可聚合組成物不是懸浮液。所選擇之有機溶劑應可溶解包括在單體混合物中之單體，並使前驅物聚合材料在開始形成時溶解。有機溶劑通常包括酮、酯、乙腈、或其混合物。

【0068】 有機溶劑可在前驅物聚合材料形成期間作用為成孔劑(porogen)。所選擇之有機溶劑可強烈影響前驅物聚合材料中所形成之 BET 比表面積與孔洞大小。使用可與單體及所形成聚合物二者混溶之有機溶劑，傾向會在前驅物聚合材料中形成微孔洞與中孔洞。單體及

所形成聚合物之良好溶劑傾向會使最終聚合性吸著劑之多孔性有較大比例呈微孔洞與中孔洞之形態。

【0069】 特別合適之有機溶劑包括酮類、酯類、乙腈、與其混合物。其它有機溶劑可隨同這些有種溶劑中之一或多者添加，但其限制條件為所產生之前驅物聚合材料具有等於至少 $100 \text{ m}^2/\text{克}$ 之 BET 比表面積。合適酮類實例包括但不限於烷基酮類，諸如甲基乙基酮與甲基異丁基酮。合適酯類實例包括但不限於乙酸酯類，諸如乙酸乙酯、乙酸丙酯、乙酸丁酯、乙酸戊酯、與乙酸三級丁酯。

【0070】 可使用任何所需量之有機溶劑。可聚合組成物之固體百分比經常在 1 至 75 重量百分比之範圍內（亦即可聚合組成物含有 25 至 99 重量百分比之有機溶劑）。若固體百分比太低，聚合時間可能會變得不理想地長。固體百分比經常係至少 1 重量百分比、至少 2 重量百分比、至少 5 重量百分比、至少 10 重量百分比、或至少 15 重量百分比。然而，若固體之重量百分比太高，則單體無法與有機溶劑形成單相。此外，提高固體百分比傾向會導致 BET 比表面積較低之前驅物聚合材料形成。固體百分比可係至多 75 重量百分比、至多 70 重量百分比、至多 60 重量百分比、至多 50 重量百分比、至多 40 重量百分比、至多 30 重量百分比、或至多 25 重量百分比。例如，固體百分比可在 5 至 75 重量百分比、5 至 70 重量百分比、5 至 60 重量百分比、5 至 50 重量百分比、5 至 40 重量百分比、5 至 30 重量百分比、或 5 至 25 重量百分比之範圍內。

【0071】 除了單體混合物與有機溶劑外，用來形成前驅物聚合材料之可聚合組成物通常包括用於自由基聚合反應之起始劑。任何適當的自由基起始劑都可使用。適當的自由基起始劑一般係經選擇以與該可聚合組成物所包括之該些單體混溶。在一些實施例中，自由基起始劑係可在高於室溫之溫度下活化之熱起始劑。在其它實施例中，該自由基起始物係氧化還原起始劑。由於該聚合反應係自由基反應，因此理想的是將可聚合組成物中之氧量降至最低。

【0072】 起始劑之類型與量均可能影響聚合速率。通常，增加起始劑量傾向會降低 BET 比表面積；然而，若起始劑量太低，則可能很難讓單體轉化成聚合材料的轉化率變高。自由基起始劑之存在量通常在 0.05 至 10 重量百分比、0.05 至 8 重量百分比、0.05 至 5 重量百分比、0.1 至 10 重量百分比、0.1 至 8 重量百分比、0.1 至 5 重量百分比、0.5 至 10 重量百分比、0.5 至 8 重量百分比、0.5 至 5 重量百分比、1 至 10 重量百分比、1 至 8 重量百分比、或 1 至 5 重量百分比之範圍內。重量百分比係基於可聚合組成物中之單體總重量。

【0073】 合適之熱起始劑包括有機過氧化物與偶氮化合物。偶氮化合物實例包括但不限於可自 E.I. du Pont de Nemours Co. (Wilmington, DE) 以商標名稱 VAZO 購得者，諸如 VAZO 64 (2,2'-偶氮雙(異丁腈)) (經常稱為 AIBN)、及 VAZO 52 (2,2'-偶氮雙(2,4-二甲基戊腈))。其它偶氮化合物係可購自 Wako Chemicals USA, Inc. (Richmond, VA)，如諸 V-601 (2,2'-偶氮雙(2-甲基丙酸)二甲酯)、V-65 (2,2'-偶氮雙(2,4-二甲基戊腈))、與 V-59 (2,2'-偶氮雙(2-甲基丁

腈))。有機過氧化物包括但不限於過氧化雙(1-側氧基芳基) (諸如過氧化苯甲醯(BPO))、過氧化雙(1-側氧基烷基) (諸如過氧化月桂醯基)、與過氧化二烷基 (諸如過氧化二異丙苯基(dicumyl peroxide)或過氧化二-三級丁基)、與其混合物。活化熱起始劑所需之溫度經常在 25°C 至 160°C 之範圍內、在 30°C 至 150°C 之範圍內、在 40°C 至 150°C 之範圍內、在 50°C 至 150°C 之範圍內、在 50°C 至 120°C 之範圍內、或在 50°C 至 110°C 之範圍內。

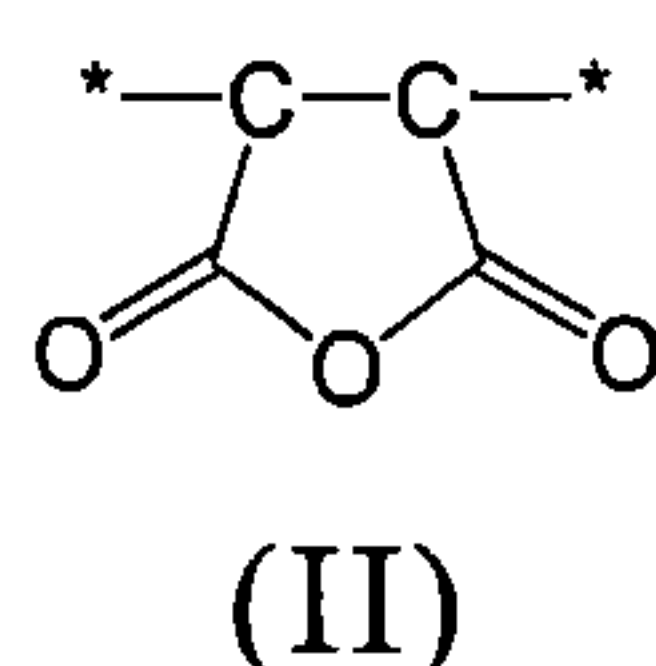
【0074】 合適之氧化還原起始劑包括芳基亞磺酸鹽、三芳基銻鹽、或與呈氧化狀態之金屬、過氧化物、或過硫酸鹽組合之 *N,N*-二烷基苯胺 (例如, *N,N*-二甲基苯胺)。具體之芳基亞磺酸鹽包括芳基亞磺酸四烷基銲, 諸如 4-乙氧基羰基苯亞磺酸四丁銲、4-三氟甲基苯亞磺酸四丁基銲、與 3-三氟甲基苯亞磺酸四丁銲。具體之三芳基銻鹽包括具有三苯基銻陽離子及具有選自 PF_6^- 、 AsF_6^- 、與 SbF_6^- 之陰離子者。適當的金屬離子包括例如 III 族金屬離子、過渡金屬離子、及鑼系金屬離子。特定金屬離子包括, 但不限於, 鐵(III)、鈷(III)、銀(I)、銀(II)、銅(II)、銻(III)、鋁(III)、鉬(VI)、及鋅(II)。適當的過氧化物包括過氧化苯甲醯、過氧化月桂醯、及類似物。適當的過硫酸鹽包括例如過硫酸銲、過硫酸四烷基銲 (例如, 過硫酸四丁基銲)、及類似物。

【0075】 可聚合組成物通常不含或實質上不含界面活性劑。本文在提及界面活性劑時所採用之用語「實質上不含(substantially free)」意指沒有故意添加界面活性劑至可聚合組成物中, 且任何可能存在之界面活性劑係因在可聚合組成物之其中一種組分中成為雜質所致 (例

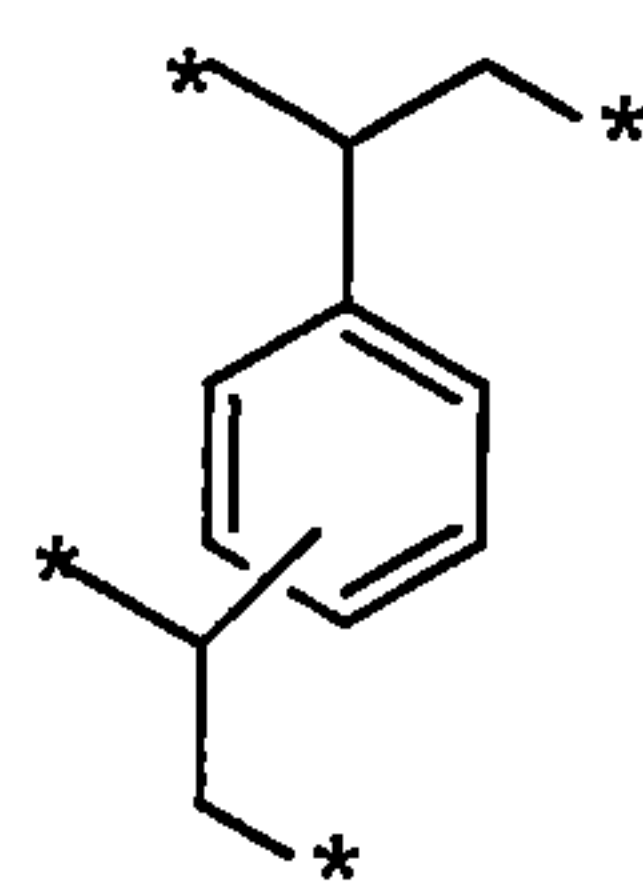
如，在有機溶劑或在其中一種單體中之雜質)。基於可聚合組成物之總重量，可聚合組成物通常含有小於 0.5 重量百分比、小於 0.3 重量百分比、小於 0.2 重量百分比、小於 0.1 重量百分比、小於 0.05 重量百分比、或小於 0.01 重量百分比之界面活性劑。不存在界面活性劑是有利的，因為這些材料傾向會限制對前驅物聚合材料中之微孔洞及中孔洞之進入，且在一些情況下會填充該等微孔洞及中孔洞。

【0076】 當可聚合組成物在自由基起始劑之存在下加熱時，單體混合物中之單體即會發生聚合。藉由平衡單體混合物中之各單體量及藉由選用可以溶解所有單體與在其早期形成階段之成長中聚合材料之有機溶劑，即可製備 BET 比表面積等於至少 $100 \text{ m}^2/\text{克}$ 之前驅物聚合材料。前驅物聚合材料之 BET 比表面積可係至少 $150 \text{ m}^2/\text{克}$ 、至少 $200 \text{ m}^2/\text{克}$ 、或至少 $300 \text{ m}^2/\text{克}$ 。BET 比表面積可為例如：至多 $1000 \text{ m}^2/\text{克}$ 或更高、至多 $900 \text{ m}^2/\text{克}$ 、至多 $800 \text{ m}^2/\text{克}$ 、至多 $750 \text{ m}^2/\text{克}$ 、或至多 $700 \text{ m}^2/\text{克}$ 。

【0077】 前驅物聚合材料係可聚合組成物之反應產物。由可聚合組成物形成之前驅物聚合材料含有(a) 8 至 65 重量百分比之式(II)第一單體單元，

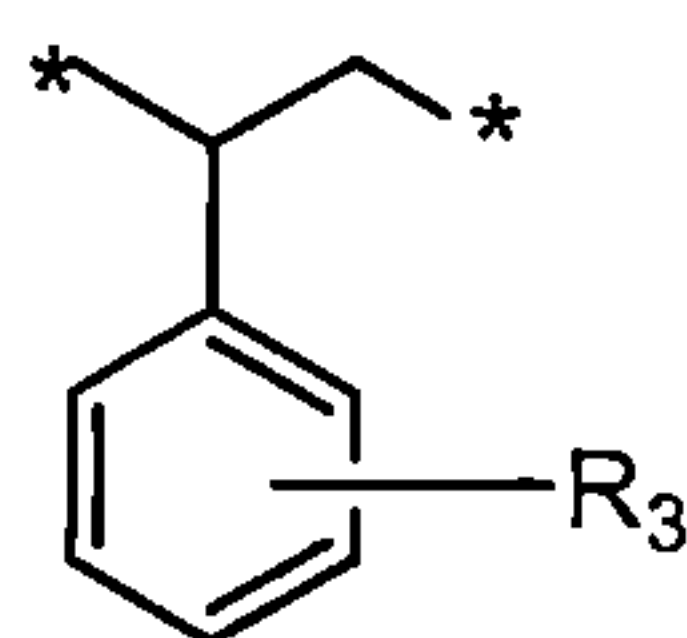


(b) 30 至 85 重量百分比之式(III)第二單體單元，及



(III)

(c) 0 至 40 重量百分比之式(IV)第三單體單元，其中 R_3 係氫或烷基（例如，具有 1 至 10 個碳原子、1 至 6 個碳原子、或 1 至 4 個碳原子之烷基）。



(IV)

【0078】 在許多實施例中，若要成為對醛特別有效之聚合性吸著劑，前驅物聚合材料含有(a) 15 至 65 重量百分比之式(II)第一單體單元，(b) 30 至 85 重量百分比之式(III)第二單體單元，與(c) 0 至 40 重量百分比（或 5 至 40 重量百分比）之式(IV)第三單體單元。各重量百分比值係基於前驅物聚合材料中之單體單元總重量。

【0079】 前驅物聚合材料之一些實施例含有 25 至 65 重量百分比之式(II)第一單體單元、30 至 75 重量百分比之式(III)第二單體單元、與 1 至 20 重量百分比（或 5 至 20 重量百分比）之式(IV)第四單體單元。一些實施例含有 25 至 60 重量百分比之式(II)第一單體單元、30 至 75 重量百分比之式(III)第二單體單元、與 1 至 30 重量百分比（或 5 至 30 重量百分比或 10 至 30 重量百分比）之式(IV)第四單體單元。在

又其它實施例中，單體混合物含有 30 至 65 重量百分比之式(II)第一單體單元、30 至 70 重量百分比之式(III)第二單體單元、與 1 至 20 重量百分比（或 5 至 20 重量百分比或 10 至 20 重量百分比）之式(IV)第四單體單元。在又其它實施例中，單體混合物含有 30 至 60 重量百分比之式(II)第一單體單元、30 至 65 重量百分比之式(III)第二單體單元、與 1 至 20 重量百分比（或 5 至 20 重量百分比或 10 至 20 重量百分比）之式(IV)第四單體單元。在進一步實施例中，單體混合物含有 40 至 60 重量百分比之式(II)第一單體單元、30 至 55 重量百分比之式(III)第二單體單元、與 1 至 20 重量百分比（或 5 至 20 重量百分比或 10 至 20 重量百分比）之式(IV)第四單體單元。在又進一步實施例中，單體混合物含有 20 至 40 重量百分比之式(II)第一單體單元、50 至 70 重量百分比之式(III)第二單體單元、與 1 至 20 重量百分比（或 5 至 20 重量百分比或 10 至 20 重量百分比）之式(IV)第四單體單元。重量百分比值係基於用於前驅物聚合材料中之單體單元總重量。

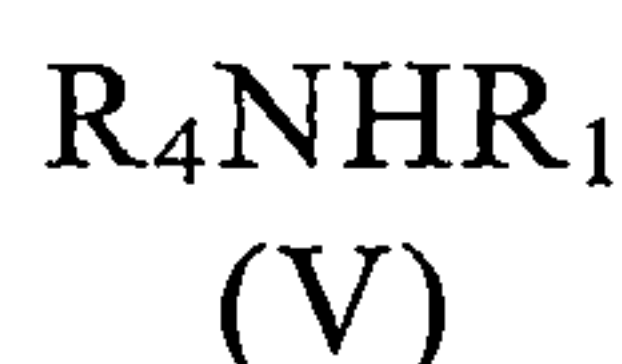
【0080】 聚合性吸著劑係藉由使前驅物聚合材料與含氮化合物反應所形成。通常為鹼性之含氮化合物會與前驅物聚合材料中之酸酐基團反應。亦即，含氮化合物會與前驅物聚合材料中之式(II)單體單元反應。此反應導致將含氮化合物鍵聯至聚合材料之共價鍵形成。

【0081】 該含氮化合物係氨、具有單一個一級胺基($-\text{NH}_2$)之化合物、或具有二或更多個式 $-\text{NHR}$ 基團之化合物，其中 R 係氫或烷基。合適之烷基 R 基團（亦即烷基係單價烷烴基團）經常具有 1 至 20 個碳原子。例如，烷基可具有至少 1 個碳原子、至少 2 個碳原子、或至少

4 個碳原子，且可具有至多 20 個碳原子、至多 18 個碳原子、至多 16 個碳原子、至多 10 個碳原子、或至多 6 個碳原子。在一些實施例中，烷基具有 1 至 10 個碳原子、1 至 6 個碳原子、或 1 至 4 個碳原子。

【0082】 具有單一個一級胺基之含氮化合物係一級胺化合物，且一般不包括其它一級與/或二級胺基。亦即，存在單一個含氮基團，且其係 -NH_2 。具有至少二個式 -NHR 胺基之含氮化合物可具有二或更多個一級胺基（其中 R 等於氫），可具有二或更多個二級胺基（其中 R 等於烷基），或可具有至少一個一級胺基加上至少一個二級胺基。

【0083】 許多合適之含氮化合物具有式(V)。



在式(V)中，基團 R_1 係氫或烷基。基團 R_4 係氫、烷基、或式 $\text{-R}_5\text{-NHR}_6$ 基團、或 -(C=NH)-NH_2 。基團 R_5 係共價鍵、伸烷基、伸芳基、伸芳烷基、具有一或多個氧(-O-)基之伸雜烷基、或具有一或多個 -NH- 基團之伸雜烷基。基團 R_6 係氫、烷基、或 -(C=NH)-NH_2 。

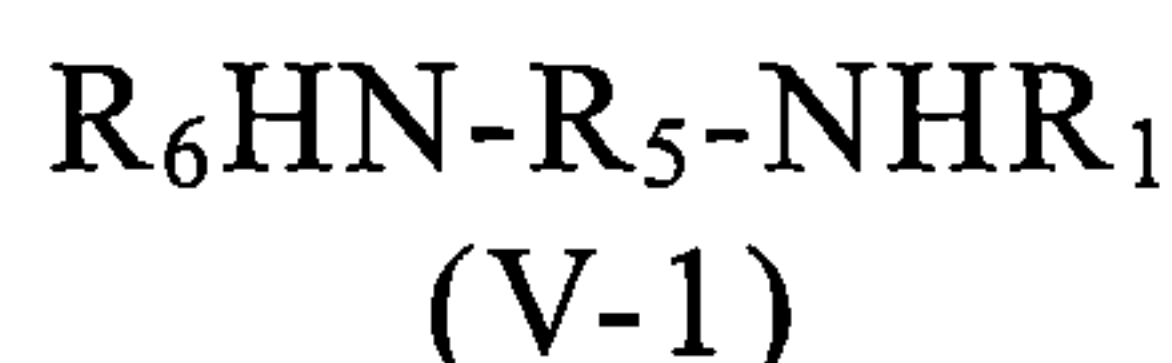
【0084】 當 R_1 與 R_4 均係氫時，式(V)等於氨。當 R_1 係氫且 R_4 係烷基時，式(V)等於具有單一個一級胺基之化合物。當 R_4 係 $\text{-R}_5\text{-NHR}_6$ 或當 R_4 係 -(C=NH)-NH_2 時，式(V)等於具有二或更多個式 -NHR 基團之化合物。

【0085】 適用於式(V)中之 R_1 之烷基可具有至少 1 個碳原子、至少 2 個碳原子、或至少 4 個碳原子，且可具有至多 20 個碳原子、至多 18 個碳原子、至多 12 個碳原子、至多 10 個碳原子、或至多 6 個碳原

子。在一些實施例中，烷基具有 1 至 10 個碳原子、1 至 6 個碳原子、或 1 至 4 個碳原子。

【0086】 在一些實施例中，式(V)中之 R_4 係烷基。為適合作為含氮化合物，當 R_4 係烷基時， R_1 等於氫。亦即，式(V)化合物係一級胺化合物。適用於 R_4 之烷基經常具有至少 1 個碳原子、至少 2 個碳原子、或至少 4 個碳原子，且可具有至多 20 個碳原子、至多 18 個碳原子、至多 12 個碳原子、至多 10 個碳原子、或至多 6 個碳原子。在一些實施例中，烷基具有 1 至 10 個碳原子、1 至 6 個碳原子、或 1 至 4 個碳原子。合適一級胺化合物之實例包括但不限於甲胺、乙胺、丙胺、丁胺、與環己胺。

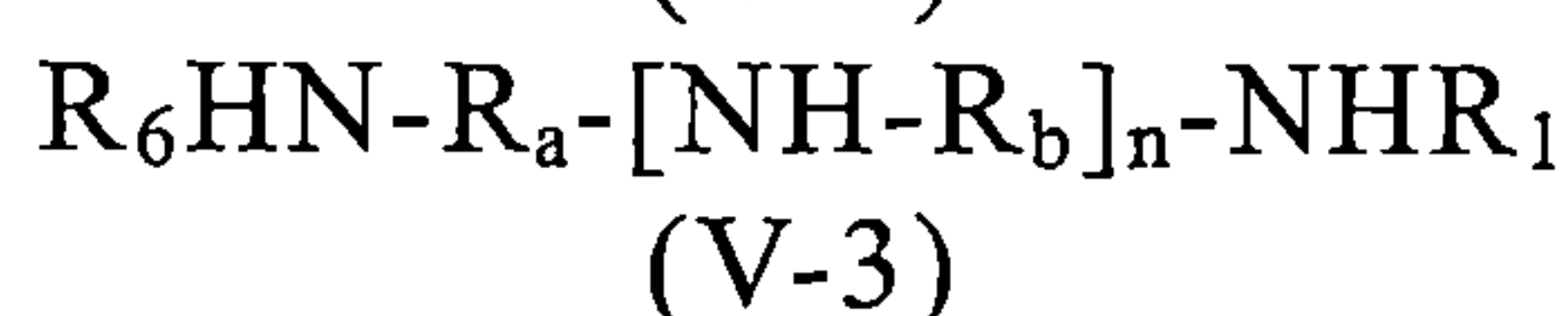
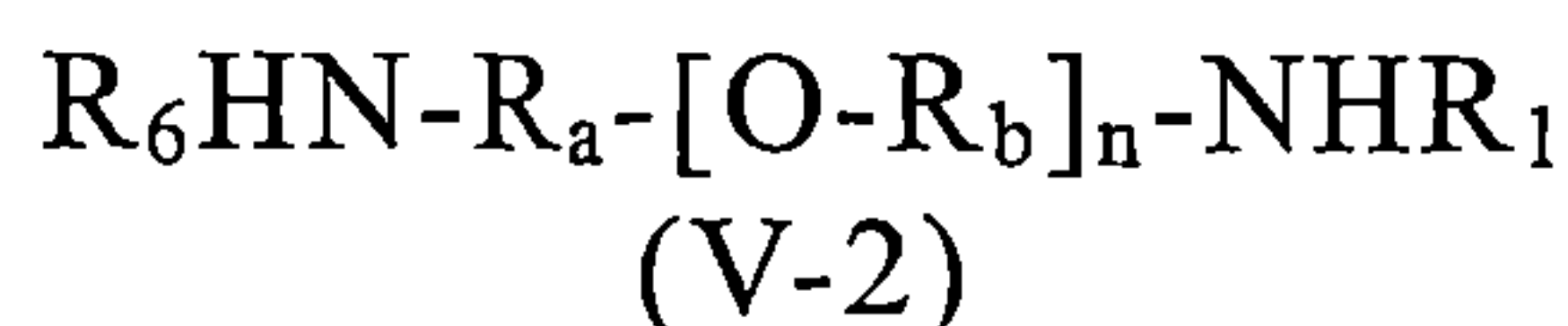
【0087】 在一些實施例中，式(V)中之 R_4 係式 - R_5 -NHR₆ 基團，且含氮化合物具有式(V-1)。



此等化合物具有至少兩個式 - NHR 胺基。適用於式(V-1)中之 R_6 之烷基可具有至少 1 個碳原子、至少 2 個碳原子、或至少 4 個碳原子，且可具有至多 20 個碳原子、至多 18 個碳原子、至多 12 個碳原子、至多 10 個碳原子、或至多 6 個碳原子。在一些實施例中，烷基具有 1 至 10 個碳原子、1 至 6 個碳原子、或 1 至 4 個碳原子。基團 R_5 可係共價鍵（即含氮化合物係肼化合物）、或伸烷基（即伸烷基係二價烷烴基團）、伸芳基、伸芳烷基、具有一或多個氧(-O-)基之伸雜烷基、或具有一或多個 - NH-基團之伸雜烷基。

【0088】 式(V-1)中之合適伸烷基 R_5 基團通常具有至少 1 個碳原子、至少 2 個碳原子、至少 3 個碳原子、或至少個 4 個碳原子，且可具有至多 20 個碳原子、至多 16 個碳原子、至多 12 個碳原子、至多 10 個碳原子、或至多 6 個碳原子。一些含氮化合物具有式(V-1)，且 R_1 係氫，且 R_5 係伸烷基，且 R_6 係氫。此等含氮化合物之實例係伸烷基二胺，諸如例如亞甲二胺、伸乙二胺、伸丙二胺、與伸丁二胺。 R_1 與 R_6 皆等於烷基之式(V-1)含氮化合物包括 N,N' -二甲基伸乙二胺。

【0089】 在式(V-1)化合物之其它實施例中，基團 R_5 係具有至少一個鏈中(catenary) - O-或 - NH-基團之伸雜烷基（亦即伸雜烷基係二價雜烷烴基團，該雜烷烴係具有鏈中雜原子之烷烴）。換言之，伸雜烷基 R_3 基團具有一或多個式 - R_a -[O- R_b] $_n$ -或 - R_a -[NH- R_b] $_n$ -基團，其中各 R_a 與各 R_b 獨立係伸烷基，且 n 係在 1 至 50、1 至 40、1 至 30、1 至 20、1 至 10、1 至 6、或 1 至 4 範圍內之整數。合適之 R_a 與 R_b 伸烷基基團經常具有 1 至 10 個碳原子、1 至 6 個碳原子、1 至 4 個碳原子、或 1 至 3 個碳原子。伸雜烷基經常具有至多 30 個碳原子與至多 16 個雜原子、至多 20 個碳原子與至多 11 個雜原子、或至多 10 個碳原子與至多 6 個雜原子。此等含氮化合物可由式(V-2)與(V-3)代表。

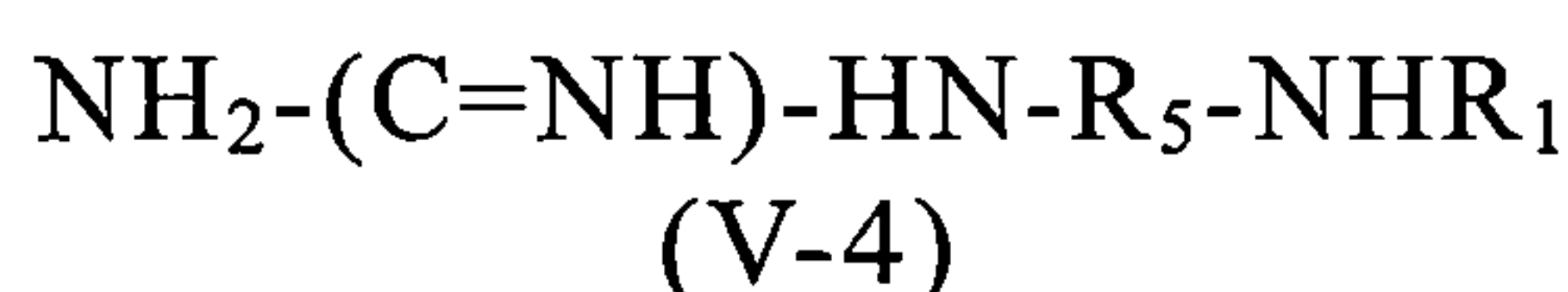


【0090】 一些含氮化合物具有式(V-2)，並且 R_1 係氫， R_5 係具有 - O-基團之伸雜烷基，且 R_6 係氫。此等含氮化合物實例為聚(氧化

伸烷基)二胺，諸如聚乙二醇二胺與聚丙二醇二胺。另外的含氮化合物具有式(V-3)，並且 R_1 係氫， R_5 係具有 $-NH$ -基團之伸雜烷基，且 R_6 係氫。此等含氮化合物可係例如式 $H_2N-[(CH_2)_xNH]_y-(CH_2)_xNH_2$ 化合物，其中 x 係在 1 至 4 範圍內之整數，且 y 係在 1 至 10 範圍內之整數。實例包括二伸乙三胺、三伸乙四胺、與四伸乙五胺。

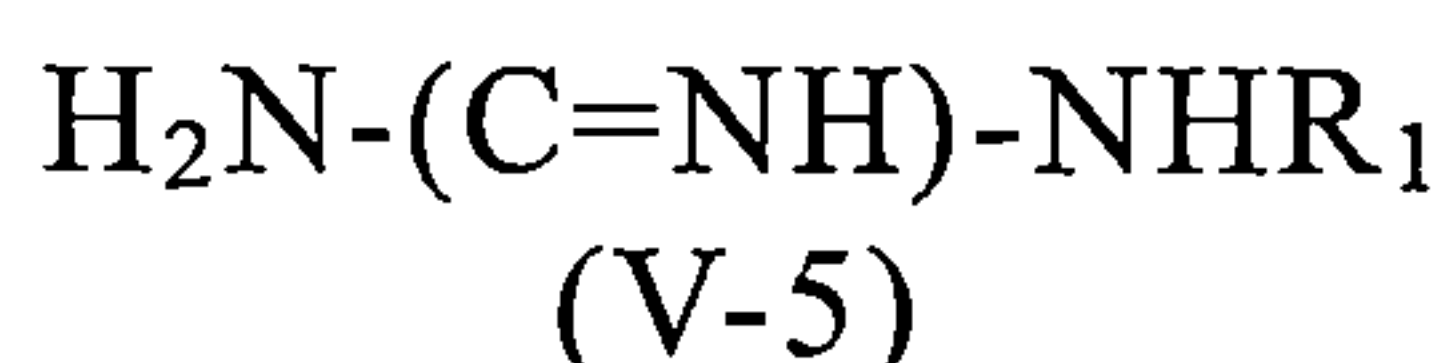
【0091】 式(V-1)中之 R_5 基團亦可係伸芳基或伸芳烷基。合適之伸芳基（即碳環系芳香化合物之二價基團） R_5 基團一般具有 6 至 12 個碳，且常常係伸苯基或聯伸苯基。合適之伸芳烷基 R_5 基團係指二價基團，其具有經芳基取代之伸烷基、經烷基取代之伸芳基、或鍵結至伸烷基之伸芳基。伸芳烷基之伸烷基或烷基部分常常具有 1 至 10 個碳原子、1 至 6 個碳原子、或 1 至 4 個碳原子。伸芳烷基之芳基或伸芳基部分經常具有 6 至 12 個碳原子，且經常係苯基或伸苯基。 R_1 與 R_6 均係氫且 R_5 係伸芳基之式(V-1)含氮化合物實例包括但不限於伸苯二胺。

【0092】 仍其它含氮化合物具有式(V-1)，其中 R_6 係如式(V-4)中所示之 $-(C=NH)-NH_2$ 。



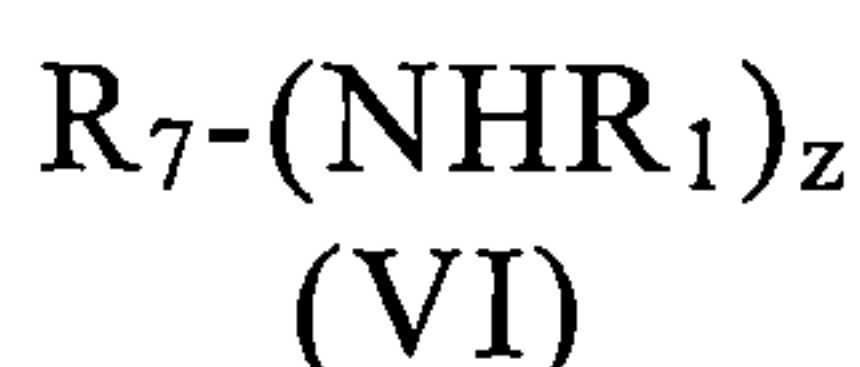
例如，在一些化合物中， R_1 係氫，且 R_5 係伸烷基。一種此類化合物係精胺(agmatine)。精胺亦可由其它共振結構代表，但認為其係在式(V-1)與(V-4)二者之範圍內。

【0093】 在式(V)之其它實施例中， R_4 係基團 $-(C=NH)-NH_2$ 。
 所得化合物具有式(V-5)。



當 R_1 係氫時，此化合物係胍。

【0094】 其它合適之含氮化合物係為具有至少三個式 $-NHR^1$ 基團之多元胺，其中 R^1 係氫或烷基。此等化合物可具有式(VI)。



【0095】 在式(V)中， R_1 係定義如上，且變數 z 等於至少 3，且可係至多 10、至多 8、至多 6、或至多 4。 R_7 基團經常係為 z 價烷烴基團或 z 價雜烷烴基團。合適之 z 價烷烴基團經常具有支鏈碳原子，並且四個相鄰基團中之至少三者係 $-CH_2-$ 。合適之 z 價雜烷烴基團經常具有支鏈氮原子並且具有三個相鄰之碳原子（例如：三個係為伸烷基或烷基之相鄰基團）；或具有支鏈碳原子並且四個相鄰原子中之至少三個者係碳（例如，三個係為伸烷基或烷基之相鄰基團）。這些 z 價雜烷烴基團經常包括一或多個式 $-R_c-[NH-R_d]_p-$ 基團，其中各 R_c 與各 R_d 獨立係伸烷基，且 p 係在 1 至 50、1 至 40、1 至 30、1 至 20、1 至 10、1 至 6、或 1 至 4 範圍內之整數。合適之 R_c 與 R_d 伸烷基經常具有 1 至 10 個碳原子、1 至 6 個碳原子、1 至 4 個碳原子、或 1 至 3 個碳原子。 z 價烷烴基團經常具有至少 2 個碳原子、至少 3 個碳原子、至少 4 個碳原子、或至少 5 個碳原子，及至多 20 個碳原子、至多 16 個碳原

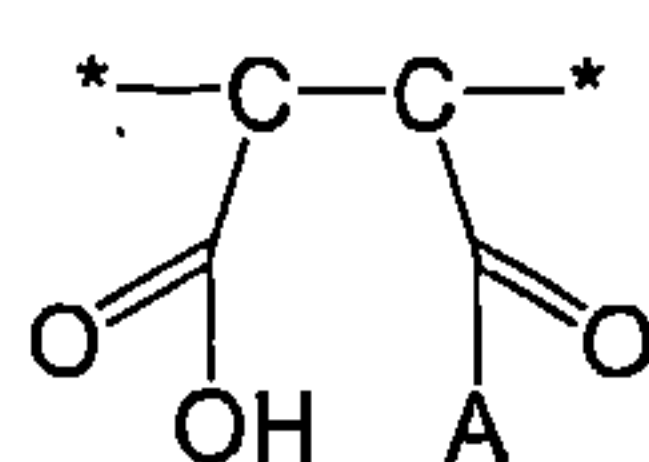
子、至多 12 個碳原子、或至多 8 個碳原子。 z 價雜烷烴基團經常具有至多 30 個碳原子與至多 16 個雜原子、至多 20 個碳原子與至多 11 個雜原子、或至多 10 個碳原子與至多 6 個雜原子。

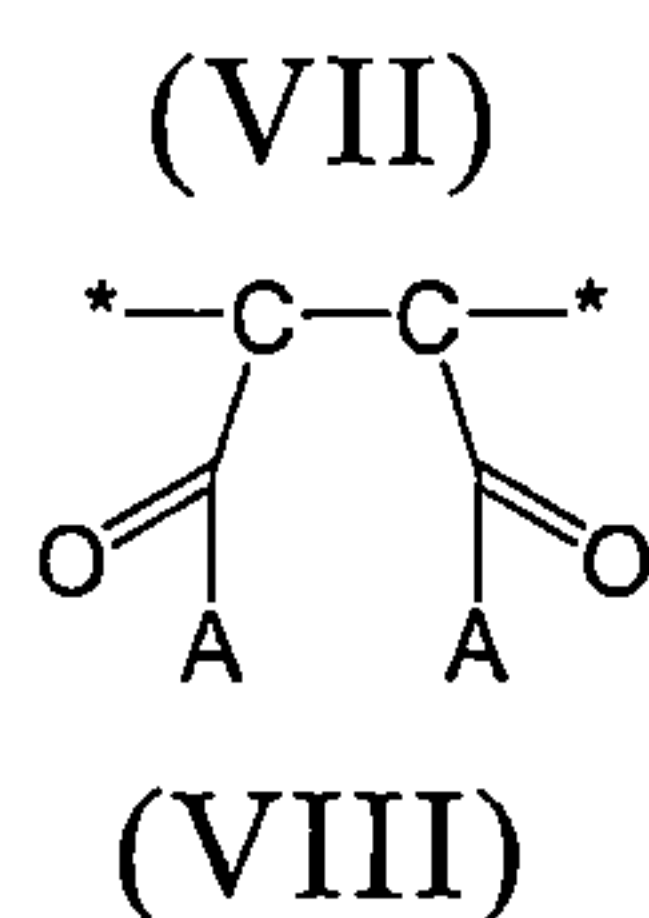
【0096】 具體之式 $R_7-(NHR_1)_z$ 多元胺包括各種不同多元亞胺。一些多元亞胺包括一或多個分枝氮原子，並且各分枝氮原子連接三個式 $-R_c-[NH-R_d]_p$ -基團。各分枝鏈段之末端基團經常係式 $-NHR_1$ 基團，諸如 $-NH_2$ 。實例包括各種不同之分枝聚伸乙亞胺。另一種具體多元胺係 2-(胺基甲基)-2-甲基-1,3-丙二胺，其中 R_7 係三價烷烴基團（亦即碳分枝原子利用三個相鄰之伸烷基及一個相鄰之甲基而連接至四個碳原子），各 R_1 係氫，且 z 等於 3。

【0097】 在許多實施例中，諸如式(V)（包括式 V-1 至 V-5）與式(VI)者之含氮化合物具有不大於 2000 道耳頓(Da)之分子量（或重量平均分子量）。例如：分子量（或重量平均分子量）不大於 1500 Da、不大於 1000 Da、不大於 750 Da、不大於 500 Da、或不大於 250 Da。

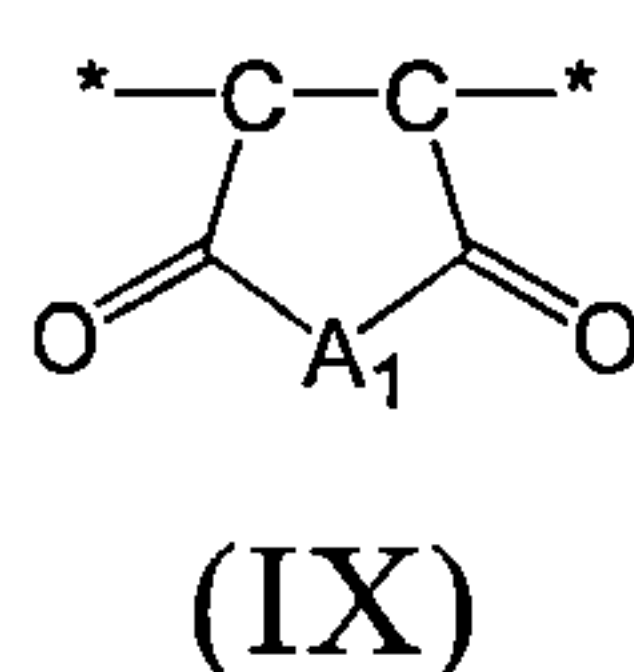
含氮化合物會與前驅物聚合材料中之式(II)單體單元反應。此反應會導致含氮化合物與聚合材料共價鍵結，並且反應位點係式(II)單體單元中之酸酐基團

【0098】 $(-(CO)-O-(CO)-)$ 。環結構一般會開環形成式(VII)、式(VIII)單體單元、或其混合物。





【0099】 在式(VII)與(VIII)中，若使用式(V)含氮化合物，則基團 A 等於 $-\text{NR}_1\text{R}_4$ ，若使用式(VI)含氮化合物，則基團 A 等於 $-\text{NR}_1-\text{R}_7(\text{NHR}_1)_{z-1}$ 。或者，可能形成環結構，諸如式(IX)中所示，其中 A_1 係二價基團，且等於式(V)化合物或等於脫除兩個氫原子之式(VI)化合物。



【0100】 在前驅物聚合材料中，每莫耳式(II)單體單元可添加至多 2 莫耳含氮化合物。亦即，基於式(II)單體單元之總莫耳數，至多 200 莫耳百分比含氮化合物可與前驅物聚合材料反應。在一些實施例中，基於前驅物聚合材料中式(II)單體單元之總莫耳數，含氮化合物添加量係至多 175 莫耳百分比、至多 150 莫耳百分比、至多 125 莫耳百分比、或至多 100 莫耳百分比。基於前驅物聚合材料中式(II)單體單元之總莫耳數，含氮化合物量可係至少 1 莫耳百分比、至少 2 莫耳百分比、至少 5 莫耳百分比、至少 10 莫耳百分比、至少 20 莫耳百分比、至少 50 莫耳百分比、至少 75 莫耳百分比、或至少 100 莫耳百分比。在一些實施例中，基於前驅物聚合材料中式(II)單體單元之總莫耳數計，含氮化合物量係在 1 至 200 莫耳百分比之範圍內、在 10 至 200 莫

耳百分比之範圍內、在 50 至 200 莫耳百分比之範圍內、在 50 至 150 莫耳百分比之範圍內、在 75 至 150 莫耳百分比之範圍內、在 75 至 125 莫耳百分比之範圍內、或在 100 至 200 莫耳百分比之範圍內。

【0101】 為了使含氮化合物與前驅物聚合材料反應，常將含氮化合物溶於水與/或合適之有機溶劑中。合適之有機溶劑為可以溶解含氮化合物但不會與其反應者。有機溶劑實例包括但不限於醇類、醚類（諸如四氫呋喃與乙醚）、與各種不同氯化溶劑（諸如二氯甲烷與氯仿）。含氮化合物於水與/或有機溶劑中之濃度可為任何合適之含量，視含氮化合物之溶解度而定。在一些實施例中，含氮化合物於水與/或有機溶劑中之濃度係在 1 至 40 重量百分比之範圍內、在 1 至 30 重量百分比之範圍內、在 1 至 20 重量百分比之範圍內、或在 1 至 10 重量百分比之範圍內。

【0102】 含氮化合物之溶液係與前驅物聚合材料混合。含氮化合物之間之反應可在室溫下發生或可藉由加熱混合物至高於室溫之溫度而發生。例如，混合物可於 30 至 120 °C 之溫度範圍下加熱數小時至數天。在一些實施例中，懸浮液係於 30 至 100 °C、40 至 90 °C、50 至 90 °C、或 60 至 80 °C 下加熱 12 至 24 小時。

【0103】 用於與過濾器支架（具有任何類型）一起使用之吸著劑粒子之粒子大小可根據需要而變化。在各種實施例中，吸著劑粒子可具有至少約 4 目（即，標稱小於 4.8 mm 之粒子大小）、6 目（標稱小於 3.4 mm 之粒子大小）、8 目（小於約 2.4 mm 之粒子大小）、12 目（小於約 1680 微米）、至少約 16 目（<1190 微米）、至少約 20 目

(<840 微米)、至少約 40 目 (<425 微米)、或至少約 60 目 (<250 微米) 之標準美國網眼大小 (等級)。在進一步實施例中, 吸著劑粒子可具有不大於約 325 目 (即, 標稱大於 44 微米之粒子大小); 230 目 (>63 微米)、140 目 (>105 微米)、100 目 (>150 微米)、80 目 (>180 微米)、60 目 (>250 微米)、50 目 (>300 微米)、或 45 目 (>355 微米) 之標準美國網眼等級。

【0104】 具有通常知識者將理解, 所有此等網眼大小對應於標稱等級而不是絕對標準; 例如, 若材料描述為 12 目材料, 則約 95% 或更多的粒子將穿過 12 目篩 (且因此大小將係標稱小於約 1680 微米)。若材料描述為 12 $\times$ 20 目, 則 95% 或更多的材料將穿過 12 目篩 (即, 小於約 1680 微米之粒子將穿過 12 目篩), 且由 20 目篩保持 (即, 大於約 841 微米之粒子將不會穿過 20 目篩)。若需要, 可採用具有不同大小範圍之吸著劑粒子之混合物 (例如, 雙峰混合物)。吸著劑粒子 100 可經加工, 以便具有任何所欲的粒子大小分佈。此類加工可包括例如根據需要篩分粒子及/或機械研磨粒子。

【0105】 聚合性吸著劑之多孔性可從多孔性材料在低溫條件下 (例如, 77 °K 之液態氮下) 對惰性氣體 (諸如氮氣或氬氣) 之吸附等溫圖來加以特徵化。該吸附等溫圖通常得自在約 10^{-6} 至約 0.98 + 0.01 之範圍內之多重相對壓力下測定多孔性聚合性吸著劑對惰性氣體 (如氬氣) 之吸著性。然後使用多種方法分析等溫圖, 諸如使用 BET (布-埃-特(Brunauer-Emmett-Teller)) 法計算比表面積, 及使用諸如

密度泛函理論(Density Functional Theory) (DFT)特徵化多孔性與孔徑分佈。

【0106】 用語「表面積(surface area)」係指材料表面之總面積，表面包括可進入孔洞中之內表面。表面積一般係從由在低溫條件下（例如：77 °K 之液態氮下），在一定之相對壓力範圍內，測定材料表面上之惰性氣體（例如，氮氣或氬氣）吸附量所得到之吸附等溫圖來計算得到。用語「BET 比表面積(BET specific surface area)」係每克材料之表面積（通常為 $\text{m}^2/\text{克}$ ），其通常採用 BET 方法，從惰性氣體在 0.05 至 0.30 之相對壓力內之吸附等溫數據計算得到。

【0107】 聚合性吸著劑通常具有低於前驅物聚合材料之 BET 比表面積。打開酸酐基團以形成式(VII)與(VIII)單體單元可能會充分提高主鏈中之構形自由度，從而造成多孔性降低。此外，式(VII)、(VIII)、與(IX)單體單元中含氮基團之間的氫鍵可能限制或阻斷對孔洞之進入。由於此多孔性降低，經常理想的是製備儘可能具有最高 BET 比表面積但仍具有足夠與含氮化合物反應之酸酐基團之前驅物聚合材料。

【0108】 聚合性吸著劑通常具有之 BET 比表面積等於至少 25 $\text{m}^2/\text{克}$ 。在一些實施例中，該 BET 比表面積係至少 50 $\text{m}^2/\text{克}$ 、至少 75 $\text{m}^2/\text{克}$ 、或至少 100 $\text{m}^2/\text{克}$ 。BET 比表面積可係至多 700 $\text{m}^2/\text{克}$ 或更高、至多 600 $\text{m}^2/\text{克}$ 、至多 500 $\text{m}^2/\text{克}$ 、至多 400 $\text{m}^2/\text{克}$ 、至多 300 $\text{m}^2/\text{克}$ 、或至多 200 $\text{m}^2/\text{克}$ 。在一些實施例中，BET 比表面積係在 25 至 600 $\text{m}^2/\text{克}$ 之範圍內、在 25 至 500 $\text{m}^2/\text{克}$ 之範圍內、在 25 至 400 $\text{m}^2/\text{克}$

之範圍內、在 25 至 300 $\text{m}^2/\text{克}$ 之範圍內、在 50 至 300 $\text{m}^2/\text{克}$ 之範圍內、在 50 至 200 $\text{m}^2/\text{克}$ 之範圍內、在 75 至 200 $\text{m}^2/\text{克}$ 、或在 50 至 100 $\text{m}^2/\text{克}$ 之範圍內。

【0109】 BET 比表面積至少部份係由於聚合性吸著劑中存在微孔洞與/或中孔洞所造成。聚合性吸著劑之氬氣吸附等溫圖（77 °K 下）顯示在相對壓力低於 0.1 時，會吸附大量氬氣，此意味著有微孔洞存在。當在 0.1 與約 0.95 之間之相對壓力下時，吸附會逐漸增加。此增加表示廣大中孔洞有廣大的孔徑分佈。

【0110】 在一些實施例中，聚合性吸著劑之至少 20 百分比之 BET 比表面積係由於微孔洞與/或中孔洞存在所造成。由於微孔洞與/或中孔洞存在所造成之 BET 比表面積百分比可係至少 25 百分比、至少 30 百分比、至少 40 百分比、至少 50 百分比、或至少 60 百分比。在一些實施例中，由於微孔洞與/或中孔洞存在所造成之 BET 比表面積百分比可係至多 90 百分比或更高、至多 80 百分比或更高、或至多 75 百分比或更高。

【0111】 多孔性聚合性吸著劑具有等於至少 0.05 $\text{cm}^3/\text{克}$ 之總孔體積。總孔體積係在液態氮溫度(77 °K)下在等於約 0.98（例如，0.98 + 0.01)之相對壓力(p/p°)下，由氬氣吸附量計算得到。在一些實施例中，總孔體積係至少 0.075 $\text{cm}^3/\text{克}$ 、至少 0.10 $\text{cm}^3/\text{克}$ 、至少 0.15 $\text{cm}^3/\text{克}$ 、至少 0.20 $\text{cm}^3/\text{克}$ 、至少 0.25 $\text{cm}^3/\text{克}$ 、或至少 0.30 $\text{cm}^3/\text{克}$ 。總孔體積可係至多 1.0 $\text{cm}^3/\text{克}$ 或甚至更高，至多 0.9 $\text{cm}^3/\text{克}$ 、至多 0.8 $\text{cm}^3/\text{克}$ 、至多 0.7 $\text{cm}^3/\text{克}$ 、至多 0.6 $\text{cm}^3/\text{克}$ 、至多 0.5 $\text{cm}^3/\text{克}$ 、至多 0.4

$\text{cm}^3/\text{克}$ 、至多 $0.3 \text{ cm}^3/\text{克}$ 、或至多 $0.2 \text{ cm}^3/\text{克}$ 。孔體積經常在 0.05 至 $1 \text{ cm}^3/\text{克}$ 之範圍內、在 0.05 至 $0.8 \text{ cm}^3/\text{克}$ 之範圍內、在 0.05 至 $0.6 \text{ cm}^3/\text{克}$ 之範圍內、在 0.05 至 $0.4 \text{ cm}^3/\text{克}$ 之範圍內、在 0.05 至 $0.2 \text{ cm}^3/\text{克}$ 之範圍內、或在 0.75 至 $0.2 \text{ cm}^3/\text{克}$ 之範圍內。

【0112】 二乙烯基苯/馬來酸酐聚合材料之結構特別適合作為用於多孔性聚合性吸著劑之前驅物聚合材料使用。若來自苯乙烯型單體之式(IV)單體單元含量低，二乙烯基苯/馬來酸酐前驅物聚合材料具有來自二乙烯基苯與馬來酸酐之交替單體單元。此結構造成高度交聯，並促成多孔性聚合材料形成，尤其是具有高微孔洞與/或中孔洞含量之多孔性聚合材料。

【0113】 在一些實施例中，聚合性吸著劑進一步包括酸鹼指示劑。酸鹼比色指示劑（亦即當從酸式轉變成鹼式時會變色之染劑（通常為有機染劑））可與含氮化合物同時添加，或可在添加含氮化合物之後添加。所選擇之酸-鹼比色指示劑通常具有之 pK_b 低於含氮化合物之 pK_b 。亦即，當聚合性吸著劑上所有或顯著部分之可用含氮基團已經與醛反應時，該所選擇之酸鹼比色指示劑會從第一種顏色轉變成第二種顏色。這種顏色變化表示已達到或接近達到聚合性吸著劑對於醛之吸著容量。如本文所使用，用語「接近達到(close to being reached)」意指已達到容量之至少 60 百分比或更多（亦即已有至少 60 百分比或更多可用之吸著位點已用於吸著醛）。例如，至少 70 百分比、至少 80 百分比、至少 90 百分比、或至少 95 百分比之吸著位點已用於吸著醛。

【0114】 由於已知含氮化合物之 pK_b ，所屬技術領域中具有通常知識者可輕易選擇具有較低 pK_b 值之酸鹼比色指示劑。在一些應用中，含氮化合物之 pK_b 值與酸鹼比色指示劑之 pK_b 之差值係至少 1、至少 2、至少 3、或至少 4。酸鹼比色指示劑之 pK_b 經常在 3 至 10 之範圍內。

【0115】 酸鹼比色指示劑之實例包括但不限於甲基紅、溴二甲苯酚藍(bromoxyleneol blue)、副玫瑰色素(pararosaniline)、鹼性橘橙(chrysoidine)、百里酚藍(thymol blue)、甲基黃、溴苯基藍、剛果紅(Congo red)、甲基橙、溴甲酚綠、石蕊精(azolitmin)、溴甲酚紫、溴百里酚藍、酚紅、中性紅、萘酚酞(naphtholphthalein)、甲酚紅、酚酞(phenolphthalein)、與百里酚酞(thymolphthalein)。

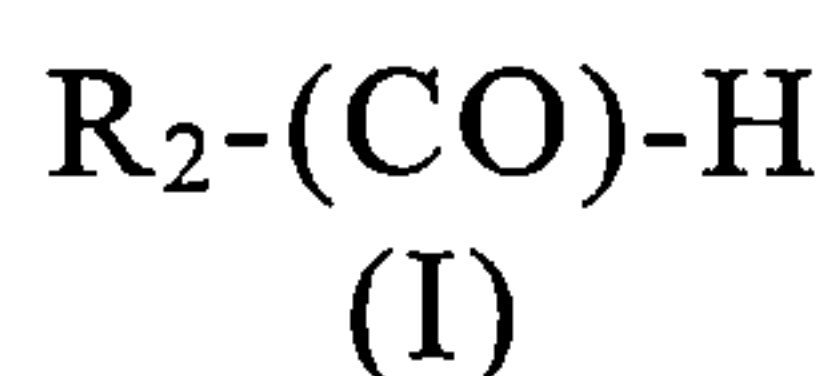
【0116】 酸鹼比色指示劑可採用任何合適方法加至聚合性吸著劑中。在一些實施例中，聚合性吸著劑係浸泡在酸鹼比色指示劑之溶液中至少 10 分鐘、至少 20 分鐘、至少 30 分鐘、至少 1 小時、至少 2 小時、至少 4 小時、或至少 8 小時。酸鹼比色指示劑之溶液經常在 5 至 10 毫克/毫升之濃度範圍內。經常取約 0.5 克聚合性吸著劑浸泡在約 10 毫升該溶液中。

【0117】 比起基於浸漬捕捉劑之吸著劑，聚合性吸著劑提供明顯優點。捕捉劑通常係單純吸著在基質材料上，諸如例如活性碳。亦即，捕捉劑通常不會共價附接至基質材料，且可能會遷移。相比之下，本文所述之聚合性吸著劑具有共價附接之含氮基團，其會與醛交互反應且不會遷移。

【0118】 在存在酸鹼指示劑之一些實施例中，聚合性吸著劑粒子 100 之作用可係至少部分地或主要地提供視覺指示，即氣體醛（例如甲醛）係存在於聚合性吸著劑粒子所曝露之空氣中。即，存在於合適的過濾器支架 10 上之此類聚合性吸著劑粒子 100 之集合可提供與例如具有 Dräger 管所例示的類型之熟知氣體偵測裝置類似的功能。

【0119】 在另一態樣中，提供一種藉由如在空氣過濾器 1 之過濾器支架 10 上所支撐之聚合性吸著劑粒子 100 吸著醛之方法。聚合性吸著劑係以粒子之形式，且係(a)前驅物聚合材料及(b)含氮化合物之反應產物。如上所指出，吸著劑可經例如研磨及/或篩分至任何合適的粒子大小分佈。該前驅物聚合材料包含可聚合組成物之聚合產物，該可聚合組成物含有(1)基於該可聚合組成物中之單體總重量，8 至 65 重量百分比之馬來酸酐，(2)基於該可聚合組成物中之單體總重量，30 至 85 重量百分比之二乙烯基苯、與(3)基於該可聚合組成物中之單體總重量，0 至 40 重量百分比之苯乙烯型單體，其中該苯乙烯型單體係苯乙烯、經烷基取代之苯乙烯、或其組合。該含氮化合物係選自氨、具有單一個一級胺基(-NH₂)之化合物、或具有至少兩個式—NHR 胺基之化合物，其中 R 係氫或烷基。合適之含氮化合物一般具有如上所述之式(V)與(VI)。

【0120】 該多孔性聚合性吸著劑會吸著醛。合適之醛具有式(I)。



其中 R_2 係氫、烷基、乙烯基、芳基、或經烷基取代之芳基。合適之烷基一般具有 1 至 10 個碳原子、1 至 6 個碳原子、1 至 4 個碳原子、1 至 3 個碳原子、或 1 個碳原子。芳基可具有至多 12 個碳原子或至多 6 個碳原子。芳基經常係苯基。芳基可經烷基諸如具有 1 至 4 個碳原子或 1 至 3 個碳原子之烷基取代。

【0121】 醛在其呈氣體或蒸汽之形式時藉由聚合性吸著劑吸著。因此，醛之分子量一般不大於 200 克/莫耳、不大於 150 克/莫耳、不大於 100 克/莫耳、不大於 75 克/莫耳、或不大於 50 克/莫耳。合適之醛包括但不限於甲醛、乙醛、丙醛、丁醛、戊醛(pentanal)（戊醛(valeraldehyde)）、異戊醛、己醛、苯甲醛、2,5-二甲基苯甲醛、2,4-二甲基苯甲醛、2,3-二甲基苯甲醛、甲苯甲醛(tolualdehyde)（鄰甲苯甲醛、間甲苯甲醛、對甲苯甲醛、及其混合物）、丙烯醛、及巴豆醛。

【0122】 可在室溫下或在任何所欲溫度下吸著醛，諸如在 $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 至 $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 至 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之範圍內、或在 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 至 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之範圍內。

【0123】 在另一態樣中，提供一種組成物，其包括如過濾器支架上所支撐之多孔性聚合性吸著劑及吸著在該多孔性聚合性吸著劑上之醛。聚合性吸著劑及醛係與上所述者相同。醛可與存在於聚合性吸著劑上之任何一級胺基或二級胺基反應。在一些實施例中，聚合性吸著劑係使用式(V)、(V-1)、(V-4)、(V-5)、或(VI)中之任一者之化合物作為含氮化合物來形成。

例示性實施例清單

【0124】 實施例 1 係一種空氣過濾器，其包含一支撐聚合性吸著劑粒子之過濾器支架，其中該聚合性吸著劑包含以下之反應產物：(a) 包含可聚合組成物之聚合產物之前驅物聚合材料，該可聚合組成物包含(1)基於該可聚合組成物中之單體總重量，8 至 65 重量百分比之馬來酸酐；(2)基於該可聚合組成物中之單體總重量，30 至 85 重量百分比之二乙烯基苯；及(3)基於該可聚合組成物中之單體總重量，0 至 40 重量百分比之苯乙烯型單體，其中該苯乙烯型單體係苯乙烯、經烷基取代之苯乙烯、或其組合；及(b)含氮化合物，其係選自氨、具有單一個一級胺基(-NH₂)之化合物、或具有至少兩個式-NHR 胺基之化合物，其中 R 係氫或烷基，且其中該聚合性吸著劑以多孔性粒子之形式存在。

【0125】 實施例 2 係實施例 1 之空氣過濾器，其中該過濾器支架包含一具有至少一個主表面的基材，至少一些聚合性吸著劑粒子設置在該至少一個主表面上。實施例 3 係實施例 2 之空氣過濾器，其中該等聚合性吸著劑粒子實質上呈一單層存在於該基材之該主表面上。實施例 4 係實施例 1 之空氣過濾器，其中該過濾器支架包含多孔性透氣性材料，該多孔性透氣性材料具有設置在其一主表面上之聚合性吸著劑粒子及/或設置在該材料之內部至少在接近該材料之該主表面之一位置中之聚合性吸著劑粒子。實施例 5 係實施例 4 之空氣過濾器，其中聚合性吸著劑粒子係設置在該多孔性透氣性材料之該整個內部。

【0126】 實施例 6 係實施例 1 至 5 中任一項之空氣過濾器，其中該空氣過濾器基本上由該過濾器支架組成。實施例 7 係實施例 1 至 6

中任一項之空氣過濾器，其中該過濾器支架包含片狀材料，其展現一主平面且其展現小於約 3 mm 之一厚度，且其經組態以允許氣流至少沿至少大致上垂直於該片狀材料之該主平面之一方向上穿過該過濾器支架。實施例 8 係實施例 1 至 3 及 6 至 7 中任一項之空氣過濾器，其中該過濾器支架包含一具有一主表面之結網，至少一些聚合性吸著劑粒子黏附至該主表面。

【0127】 實施例 9 係實施例 1 至 7 中任一項之空氣過濾器，其中該過濾器支架包含一展現一內部之纖維網，且其中該等聚合性吸著劑粒子係設置在該網之該內部的至少部分內。實施例 10 係實施例 9 之空氣過濾器，其中該等聚合性吸著劑粒子係設置在該纖維網之整個內部。實施例 11 係實施例 9 至 10 中任一項之空氣過濾器，其中該網係一非纖維網。實施例 12 係實施例 11 之空氣過濾器，其中該非纖維網係一熔噴網。實施例 13 係實施例 9 至 12 中任一項之空氣過濾器，其中該纖維網之至少一些纖維各自結合至至少一個聚合性吸著劑粒子。

【0128】 實施例 14 係實施例 1 至 13 中任一項之空氣過濾器，其中該過濾器支架是一層多層透氣性組件。實施例 15 係實施例 14 之空氣過濾器，其中該多層透氣組件包括至少一層與該過濾器支架不同的層，且其係展現小於 50 之穿透百分比之一粒子過濾層。實施例 16 係實施例 15 之空氣過濾器，其中該粒子過濾層包含駐極體部分。

【0129】 實施例 17 係實施例 1 至 16 中任一項之空氣過濾器，其中該過濾器支架係展現小於 50 之穿透百分比之一過濾器介質。

【0130】 實施例 18 係實施例 1 至 17 中任一項之空氣過濾器，其中該過濾器支架係起褶襴的。

【0131】 實施例 19 係實施例 1 至 18 中任一項之空氣過濾器，其中該空氣過濾器係一框架式空氣過濾器，其經組態以插入一空氣處理設備之一空氣過濾器插座中，該空氣處理設備係選自由下列所組成之群組：一強制空氣加熱單元、一強制空氣冷卻單元、一強制空氣加熱/冷卻單元、一室內空氣淨化器、及用於一電動車輛之一座艙空氣過濾單元。

【0132】 實施例 20 係實施例 1、6、及 14 至 16 中任一項之空氣過濾器，其中該過濾器支架包含一具有通孔之蜂巢，吸著劑粒子係設置在該蜂巢內。

【0133】 實施例 21 係實施例 1 至 5 及 7 至 18 中任一項之空氣過濾器，其中該過濾器支架提供一過濾面罩呼吸器之一層。實施例 22 係實施例 21 之空氣過濾器，其中該過濾面罩呼吸器選自由平折式呼吸器及模製呼吸器所組成之群組。

【0134】 實施例 23 係實施例 4 至 18 中任一項之空氣過濾器，其中該過濾器支架包含一容器，其具有一內部，聚合性吸著劑粒子係設置在該內部內，且具有至少一個進氣口及至少一個出氣口。實施例 24 係實施例 23 之空氣過濾器，其中該過濾器支架包含一過濾器匣。實施例 25 係實施例 24 之空氣過濾器，其中該過濾器匣經組態以與個人保護裝置一起使用，該個人保護裝置選自由下列所組成之群組：半面負壓呼吸器、全面負壓呼吸器、逃生罩、及動力空氣淨化呼吸器。

【0135】 實施例 26 係一種從空氣中捕捉至少一些醛之方法，該方法包含：定位一包含一過濾器支架之空氣過濾器，該過濾器支架包含實施例 1 至 25 中任一項之聚合性吸著劑粒子，使得該等聚合性吸著劑粒子曝露於空氣，及將存在於空氣中之至少一些該醛吸著到該等聚合性吸著劑粒子上，其中該醛具有式(I)： $R_2-(CO)-H$ ，其中 R_2 係氫、烷基、乙烯基、或芳基，且其中該式(I)醛之分子量不大於 200 克/莫耳。實施例 27 係實施例 26 之方法，其中 R_2 係氫或甲基。

【0136】 實施例 28 係實施例 26 至 27 中任一項之方法，其中該過濾器支架展現一主表面，且其中該空氣以沿一方向上移動之一空氣流之形式存在，該方向至少大致上與該過濾器支架之該主表面之一平面對準。實施例 29 係實施例 26 至 27 中任一項之方法，其中該過濾器支架允許氣流穿過其中，且其中該空氣以一空氣流之形式存在，該空氣流沿至少大致上垂直於該過濾器支架之一主表面的方向上穿過該過濾器支架之至少一部分。

【0137】 實施例 30 係實施例 26 至 27 中任一項之方法，其使用實施例 1 至 25 中任一項之空氣過濾器來執行。

【0138】 實施例 31 係一種製造一包含一過濾器支架之空氣過濾器之方法，該過濾器支架包含聚合物吸著劑粒子，該方法包含：(a)提供包含可聚合組成物之聚合產物之前驅物聚合材料，該可聚合組成物包含(1)基於該可聚合組成物中之單體總重量，8 至 65 重量百分比之馬來酸酐；(2)基於該可聚合組成物中之單體總重量，30 至 85 重量百分比之二乙烯基苯；及(3)基於該可聚合組成物中之單體總重量，0 至 40

重量百分比之苯乙烯型單體，其中該苯乙烯型單體係苯乙烯、經烷基取代之苯乙烯、或其組合；及(b)使該前驅物聚合材料與含氮化合物反應以形成該聚合性吸著劑，該含氮化合物係選自氨、具有單一個一級胺基(-NH₂)之化合物、或具有至少兩個式-NHR 的胺基之化合物，其中 R 係氫或烷基，其中該聚合性吸著劑具有共價附接之含氮基團且呈粒子之形式；及(c)將該等聚合性吸著劑粒子支撐在一過濾器支架上。

【0139】 實施例 32 係實施例 1 至 25 中任一項之空氣過濾器，其中該空氣過濾器進一步包含至少一種二級吸著劑。實施例 33 係實施例 32 之空氣過濾器，其中該至少一種二級吸著劑包含活性碳。

【0140】 實施例 34 係實施例 1 至 25 及 32 至 33 中任一項之空氣過濾器，其中該可聚合組成物包含 15 至 65 重量百分比之馬來酸酐、30 至 85 重量百分比之二乙烯基苯、與 0 至 40 重量百分比之苯乙烯型單體。實施例 35 係實施例 1 至 25 及 32 至 33 中任一項之空氣過濾器，其中該可聚合組成物包含 25 至 65 重量百分比之馬來酸酐、30 至 75 重量百分比之二乙烯基苯、與 1 至 20 重量百分比之苯乙烯型單體。實施例 36 係實施例 1 至 25 及 32 至 33 中任一項之空氣過濾器，其中該可聚合組成物包含 30 至 65 重量百分比之馬來酸酐、30 至 70 重量百分比之二乙烯基苯、與 1 至 20 重量百分比之苯乙烯型單體。

【0141】 實施例 37 係實施例 1 至 25 及 32 至 36 中任一項之空氣過濾器，其中該含氮化合物具有式(V)：R₄NHR₁，其中 R₁ 係氫或烷基；R₄ 係氫、烷基、式 -R₅-NHR₆ 基團、或 -(C=NH)-NH₂；R₅ 係共價鍵、伸烷基、伸芳基、伸芳烷基、具有一或多個氧(-O-)基之伸雜烷

基、或具有一或多個 -NH-基團之伸雜烷基；且 R_6 係氫、烷基、或 - $(C=NH)-NH_2$ 。實施例 38 係實施例 37 之空氣過濾器，其中該式(V)含氮化合物具有不大於 2000 道耳頓之分子量。

【0142】 實施例 39 係實施例 1 至 25 及 32 至 36 中任一項之空氣過濾器，其中該含氮化合物具有式(VI)： $R_7-(NHR_1)_z$ ，其中 R_7 是 z 價烷烴基團或 z 價雜烷烴基團；且 z 係在 3 至 10 範圍內之整數。

【0143】 實施例 40 係實施例 1 至 25 及 32 至 39 中任一項之空氣過濾器，該聚合性吸著劑進一步包含酸鹼染劑。

實例

分析及特徵化程序

【0144】 以類似於 Wendland 之題為用於醛之聚合性吸著劑的美國臨時專利申請第 62/269613 號中所述之程序執行多孔性及氣體吸附實驗，該專利以引用方式整體併入本文。

工作例 A

【0145】 如 Wendland 之美國臨時專利申請第 62/269613 號之實例 14 中所述以大致上類似的方式製造一批前驅物聚合材料。前驅物聚合物材料具有在約 $320 \text{ m}^2/\text{克}$ 之範圍內的 BET 比表面積(SA_{BET})、及在約 $0.250 \text{ cm}^3/\text{克}$ 之範圍內的總孔洞體積（在等於 0.98 之分壓(p/p°)下測量）。

【0146】 將聚合性前驅物材料篩分至 8×12 目。在 32 盎司寬口瓶中，將 164 mL (2.45 莫耳) 的乙二胺(EDA)溶於 492 mL 的乙醇(EtOH)中。在此溶液中添加 100 克聚合性前驅物材料。將寬口瓶加蓋且放置於滾筒上。將寬口瓶在室溫下滾動 18 小時。藉由真空過濾單離出固體，然後使用 EtOH 洗滌。將固體置於 32 盎司寬口瓶中，然後添加 500 mL 的 EtOH 至寬口瓶。讓固體於 EtOH 中靜置 4 小時。再次藉由真空過濾單離出固體，然後使用 EtOH 洗滌。接著使固體於 120°C 批式烘箱中乾燥 3 小時。此產品（聚合物性吸著劑）具有在約 $140 \text{ m}^2/\text{克}$ 之範圍內的 BET 比表面積(SA_{BET})、及在約 $0.17 \text{ cm}^3/\text{克}$ 之範圍內的總孔洞體積 (p/p° 等於 0.98)。

【0147】 獲得空氣過濾器（出售用於與指定為可購自 3M Company, Shanghai, China 之 KJEA-400 型的室內空氣淨化器一起使用）。如所獲得之過濾器包含填充有吸著劑之蜂巢支架，咸信該吸著劑係活性碳且其看起來係以在 6×12 目之範圍內的粒子之形式。從蜂巢之一個主側除去保護篩網，且將活性碳丟棄（從蜂巢之各通孔中），且由大致相當量體積的上述聚合性吸著劑替換。（然而，由於聚合性吸著劑之密度顯著較低，所以所使用之聚合性吸著劑之總重量僅係其所替換之活性碳之重量的約 40%。）將保護篩網替換以提供工作例 A 空氣過濾器。

【0148】 獲得類似的基於蜂巢之空氣過濾器（如所供應的活性碳留在其中），且用作比較例。

【0149】 對兩個過濾器樣本在 50%相對濕度及 156 LPM 氣流下針對百萬分之 9（按體積計）甲醛之挑戰執行甲醛捕捉效率測試。藉由在 50%潮濕空氣流中加熱多聚甲醛溶液產生甲醛。使用來自 California Analytical Instruments 之光聲偵測器測量甲醛濃度。藉由效率% = 100*（1-C_{下游}（使用中之過濾器）/ C_{下游}（未使用之過濾器））計算甲醛捕捉效率，其中 C 係流動空氣流中之甲醛之濃度。圖 9 呈現（對於各空氣過濾器/吸著劑樣本）甲醛捕捉效率作為時間之函數之圖；圖 10 呈現了圖 9 之數據，其中時間(x)軸由使用各吸著劑之每單位面積質量（克/平方米）歸一化。

【0150】 從甲醛捕捉效率圖獲得在 95%甲醛突破下之總甲醛負載容量。此係藉由使用標準擬合方法將線擬合至圖，且在甲醛捕捉效率已降至 5%時將該線外推至 x 軸點來執行（使用歸一化數據）。然後計算線下面積，且將其乘以甲醛之質量流量率及每單位面積的吸著劑質量，以獲得甲醛容量（以每平方米過濾面積吸收的甲醛克數報告）。

表 A

項目	單位	比較例	工作例 A
測試面積	m ²	0.0053	0.0053
甲醛容量	g/m ²	30.1	108
吸著劑重量	g/m ²	5600	2300
吸著劑容量	質量%	0.54%	4.7%
初始效率	%	27	53

【0151】 在表 A 中，測試面積係曝露於移動氣流之蜂巢之孔隙的總面積（對於兩個過濾器樣本相同係相同的）。甲醛容量係從上述程

序獲得的在 95% 甲醛突破下之甲醛負載容量。吸著劑重量係每單位面積過濾樣本之吸著劑負載。吸著劑容量係甲醛容量除以吸著劑重量，因此將吸著劑容量報告為（以百分比計）每所使用的吸著劑質量捕捉的甲醛質量。藉由將甲醛捕捉效率圖（圖 10）延伸至 x 軸零值獲得初始效率，以提供當吸著劑初始曝露於甲醛時吸著劑在捕捉甲醛方面之效率之估計。

工作例 B

【0152】 以與上文針對工作例 A 所述大致上類似的方式製造一批前驅物聚合性材料。將該程序重複總計六次以聚積 1256 克的經 20 × 60 目篩分之聚合性前驅物材料。在 5 加侖塑膠器皿中，將 2056 mL (30.8 莫耳) 的 EDA 溶於 8225 mL 的 EtOH 中。在此溶液中添加 1256 克聚合性前驅物材料。將器皿加蓋且置於滾筒上。將器皿在室溫下滾動 18 小時。藉由真空過濾單離出固體，然後使用 EtOH 洗滌。將固體放置於 5 加侖塑膠器皿中，然後添加 8.0 L 的 EtOH 至器皿。讓固體於 EtOH 中靜置四小時。再次藉由真空過濾單離出固體，然後使用 EtOH 洗滌。接著使固體於 120°C 批式烘箱中乾燥 3 小時。此產品（聚合物性吸著劑）具有在約 140 m²/克之範圍內的 BET 比表面積(SA_{BET})、及在約 0.17 cm³/克之範圍內的總孔洞體積（p/p°等於 0.98）。

【0153】 以類似於 Fox 之美國專利申請公開案第 2012272829 號中所述者的製程形成三層堆疊，其包含中間層，該中間層係包含聚合性吸著劑粒子之過濾器支架。簡而言之，將第一覆蓋層退繞至移動之

收集器表面上，將熱塑性熔噴纖維及聚合性吸著劑粒子之混雜混合物沉積至該第一覆蓋層上，且在熔噴纖維仍係相當溫熱且具黏性的同時將第二覆蓋層與熔噴纖維/吸著劑粒子層接觸。結果係將中間的熔噴纖維/吸著劑粒子層熔融結合至第一覆蓋層及第二覆蓋層。

【0154】 第一覆蓋層係 Fox 之 US 7947142 中所揭示之通常類型的帶靜電的熔融紡黏非織介質。第一覆蓋層是相當硬挺的，且展現下列性質（呈平坦網測量）：107 g/m² 之基重、10%之固性、及 20 之穿透百分比(DOP)。第二覆蓋層係 Berrigan 之美國臨時專利申請第 61/873110 號中所述之通常類型之紡黏聚丙稀非織介質。第二層具有最小硬挺度，具有 44 g/m² 之基重，且展現在 14 cm/s 測試速度下 0.34 mm H₂O 氣流阻力。熔噴纖維係由可以商標名稱 VERSIFY 4301 購自 Dow 之熱塑性彈性體製成；在所使用的熔噴條件下，熔噴纖維佔中間（熔噴纖維/吸著劑）層之約 16 重量%。

【0155】 所得之三層纖維網展現 533 g/m² 之面積重量、在 14 cm/s 測試速度下之 8.41 mm H₂O 氣流阻力、及 321 g/m² 之總吸著劑含量。使用具有 25 mm 之褶襴高度及 12.5 mm 之褶襴間隔之折翼式褶襴機將網形成為起褶襴之組態。網在製造時係可直接褶襴處理的，且不需要層壓任何強化層（例如金屬絲網眼），以成功形成且保持起褶襴之形狀，除了附接至用於維持一致褶襴間隔之褶襴尖端之薄條之外。網硬挺度之大部分看起來係由第一覆蓋層貢獻的。

【0156】 對起褶襴的工作例 B 空氣過濾器樣本執行甲醛捕捉效率測試；結果連同上述比較例（蜂巢 - 活性炭）示於圖 11 中。在此情況

下，發現工作例 B 數據之最佳擬合係指數曲線而不是線性擬合。必要的係將蜂巢（比較例）數據外推至甲醛捕捉效率已降至 5%時之點；然而，此時獲得了工作例 B 之實際數據，因此需要的外推很少或不需要外推。

表 B

項目	單位	比較例	工作例 B
測試面積	m ²	0.0053	0.0053
甲醛容量	g/m ²	30.1	91.8
吸著劑重量	g/m ²	5600	1284
吸著劑容量	質量%	0.54%	7.1%

工作例 C

【0157】 以與上文針對工作例 A 所述大致上類似的方式製造一批前驅物聚合性材料。差異在於批量大小要小得多（程序係在 300 cc 器皿而不是在 2.0 L 器皿中執行），且係在較高固體百分比下執行；然而，單體組成相同（34wt. %二乙烯基苯、57.5wt. %馬來酸酐、及 8.5wt. %苯乙烯型單體）。

【0158】 在 32 盎司寬口瓶中，將 115 mL (1.72 莫耳) 的 EDA 溶於 230 mL 的 EtOH 中。向此溶液中添加 17.5 克聚合性前驅物材料（篩分至 8 ×12 目）。將寬口瓶加蓋並置於 80°C 沙浴中。使此懸浮液於此升溫下加熱 18 小時。藉由真空過濾單離出固體，然後使用 EtOH 洗滌。將固體置於 8 盎司寬口瓶中，然後添加 200 mL 的 EtOH 至寬口瓶中。讓固體於 EtOH 中靜置 4 小時。再次藉由真空過濾單離出固體，然後使用 EtOH 洗滌。然後使固體在 80°C 下在高度真空下乾燥 8

小時。此產品（聚合物性吸著劑）具有在約 140 m²/克之範圍內的 BET 比表面積(SA_{BET})、及在約 0.17 cm³/克之範圍內的總孔洞體積（p/p°等於 0.98）。

【0159】 結網係以商標名稱 DELNET R0412-10PR 獲自 Delstar Technologies；據報道該結網具有 60 g/m²之基重。結網包含兩組實質上彼此垂直地定向的長絲，以形成大致上矩形的通孔（開口）之陣列，各通孔具有約 1.7 × 0.7 mm 之尺寸。將壓敏性黏著劑前驅物（塗佈溶液）施加至結網之兩側，且將溶劑乾燥，以便將（丙烯酸基）PSA 以各側約 30 g/m²之基重留在結網之各側上。亦將塗佈之結網在折翼式褶襴機上以 25 mm 之褶襴高度及 12.5 mm 之褶襴間隔形成起褶襴之形式。在褶襴處理完成之後，將吸著劑粒子手動地噴灑至起褶襴之結網之兩側，使得吸著劑粒子黏附至存在於起褶襴之結網之主表面上的 PSA。以約 800 g/m²之基重提供吸著劑（對兩側上之吸著劑粒子進行計數）。

【0160】 對起褶襴的工作例 C 空氣過濾器樣本執行甲醛捕捉效率測試；結果連同上述比較例（蜂巢 - 活性炭）示於圖 12 中。必要的係將蜂巢（比較例）數據外推至甲醛捕捉效率已降至 5%時之點；然而，此時獲得了工作例 C 之實際數據，因此需要的外推很少或不需要外推。

表 C

項目	單位	比較例	工作例 C
測試面積	m ²	0.0053	0.0053

甲醛容量	g/m ²	30.1	55.0
吸著劑重量	g/m ²	5600	797
吸著劑容量	質量%	0.54%	6.9%

【0161】 如在上文工作例中所證明，與例如代表性活性碳吸著劑相比，當經設置在過濾器支架上以形成空氣過濾器時，本文所揭示之聚合性吸著劑粒子可展現增強的捕捉甲醛之能力。這在多種過濾器支架（例如，蜂巢、結網、及纖維網）上已有所證明，聚合性吸著劑粒子之增強的能力在所有過濾器支架格式上係一致的，且例如在吸著劑容量參數中特別明顯。

【0162】 本申請專利範圍將 Wendland 之題為用於醛之聚合性吸著劑之美國臨時專利申請第 62/269613 號以引用方式併入。本申請含有（除了工作例 14 之外，其組成物及程序與以上工作例中所使用者類似）許多其他工作例，在該等工作例中使用多種單體比率（例如，二乙烯基苯、馬來酸酐、及苯乙烯型單體），使用多種胺（例如，氫氧化銨、單水合肼、乙二胺、及 *N, N'*-二甲基乙二胺）、及在各種反應條件下製造聚合性吸著劑。雖然出於簡潔的原因未在本文件中重現該等工作例，但是在‘613 申請中之那些工作例聚合性吸著劑之特徵化（就例如多孔性、表面積、總孔洞體積、及特別是甲醛之吸附而言）將使具有通常知識者預期到由該等工作例吸著劑顯示之性質（特別是增強的吸附甲醛之能力）將類似地展現這些材料以本文揭示之方式設置在任何合適的過濾器支架上。

【0163】 前述實例已僅為了清楚理解而提供，並且無任何不必要的限制係自其理解。實例中描述之測試及測試結果旨為闡釋而非預測，並且可預期測試程序中的變化會得出不同結果。鑒於所使用的程序中所涉及之所公知的公差，實例中之所有定量值應理解為近似的。

【0164】 所屬技術領域中具有通常知識者應理解，本文所揭示之特有實施例元件、結構、部件、細節、組態等等都可在許多實施例當中修改及/或結合。此類改變及組合係經本案發明人思慮而全都在本發明的範圍內，並非只有經選擇作為例示性說明的那些代表性設計。因此，本發明的範疇應不侷限於本文中描述的特有例示結構，而是延伸至文後申請專利範圍及這些結構的等效物所述之結構。本說明書中明確敘述作為替代者之元件中的任一者皆可如所欲以任何組合明確包括於申請專利範圍內或排除自申請專利範圍外。本說明書中以開放式語言（例如：包含及其衍生語）敘述之元件或元件組合中的任一者，皆可視為另外以封閉式語言（例如：組成及其衍生語）及複數型封閉式語言（例如：主要組成、及其衍生語）來敘述。雖然本文中可能已論述各項理論及可能的機制，此類論述無論如何都不應該用來限制可主張的申請標的。倘若本說明書之內容與以引用方式併入本說明書中之任何文件之揭露間有任何衝突或差異，應以本說明書的內容為主。

【符號說明】

【0165】 1...空氣過濾器

【0166】 10...過濾器支架/過濾器支架層

【0167】 11...進氣口

【0168】	12...出氣口
【0169】	13...內部
【0170】	15...蜂巢
【0171】	21...固體部分
【0172】	22...通孔
【0173】	23...上游側
【0174】	24...下游側
【0175】	28...黏著劑
【0176】	40...過濾器介質
【0177】	43...第一主表面
【0178】	44...第二主表面
【0179】	60...過濾面罩呼吸器/呼吸器面具
【0180】	63...折疊線
【0181】	70...周邊框架
【0182】	100...吸著劑粒子

申請專利範圍

1. 一種空氣過濾器，其包含一支撐聚合性吸著劑粒子之過濾器支架，其中該聚合性吸著劑包含以下之反應產物：
 - (a) 包含可聚合組成物之聚合產物之前驅物聚合材料，該可聚合組成物包含
 - (1)基於該可聚合組成物中之單體總重量，8 至 65 重量百分比之馬來酸酐；
 - (2)基於該可聚合組成物中之單體總重量，30 至 85 重量百分比之二乙烯基苯；及
 - (3)基於該可聚合組成物中之單體總重量，0 至 40 重量百分比之苯乙烯型單體，其中該苯乙烯型單體係苯乙烯、經烷基取代之苯乙烯、或其組合；及
 - (b) 含氮化合物，其係選自氮、具有單一個一級胺基(-NH₂)之化合物、或具有至少兩個式-NHR 胺基之化合物，其中 R 係氫或烷基且其中該含氮化合物係共價附接至該聚合性吸著劑；
且其中該聚合性吸著劑係以多孔性粒子之形式存在。
2. 如請求項 1 之空氣過濾器，其中該過濾器支架包含多孔性透氣性材料，該多孔性透氣性材料具有設置在其一主表面上之聚合性吸著劑粒子及/或設置在該材料之該內部至少在接近該材料之該主表面之一位置中之聚合性吸著劑粒子。
3. 如請求項 2 之空氣過濾器，其中聚合性吸著劑粒子係設置在該多孔性透氣性材料之該整個內部。
4. 如請求項 1 之空氣過濾器，其中該過濾器支架包含一展現一內部之纖維網，且其中該等聚合性吸著劑粒子係設置在該網之該內部的至少部分內。

5. 如請求項 1 之空氣過濾器，其中該過濾器支架係一層多層透氣組件。
6. 如請求項 1 之空氣過濾器，其中該過濾器支架係起褶襴的。
7. 如請求項 1 之空氣過濾器，其中該空氣過濾器係一框架式空氣過濾器，其經組態以插入一空氣處理設備之一空氣過濾器插座中，該空氣處理設備係選自由下列所組成之群組：一強制空氣加熱單元、一強制空氣冷卻單元、一強制空氣加熱/冷卻單元、一室內空氣淨化器、及用於一電動車輛之一座艙空氣過濾單元。
8. 一種從空氣中捕捉至少一些醛之方法，該方法包含：

定位包含一過濾器支架之一空氣過濾器，該過濾器支架包含如請求項 1 之聚合性吸著劑粒子，使得該等聚合性吸著劑粒子曝露於該空氣，及

將存在於該空氣中之至少一些該醛吸著到該等聚合性吸著劑粒子上

其中該醛具有式(I)

$$\text{R}_2\text{-(CO)-H}$$

(I)

其中 R_2 係氫、烷基、乙烯基、或芳基，且其中該具有式(I)之醛之分子量不大於 200 克/莫耳。
9. 如請求項 8 之方法，其中該過濾器支架允許氣流穿過其中，且其中該空氣以一空氣流之形式存在，該空氣流沿至少大致上垂直於該過濾器支架之一主表面的方向上穿過該過濾器支架之至少一部分。
10. 一種製造包含一過濾器支架的空氣過濾器之方法，該過濾器支架包含聚合物吸著劑粒子，該方法包含：

(a) 提供包含可聚合組成物之聚合產物之前驅物聚合材料，該可聚合組成物包含

(1) 基於該可聚合組成物中之單體總重量，8 至 65 重量百分比之馬來酸酐；

(2) 基於該可聚合組成物中之單體總重量，30 至 85 重量百分比之二乙烯基苯；及

(3) 基於該可聚合組成物中之單體總重量，0 至 40 重量百分比之苯乙烯型單體，其中該苯乙烯型單體係苯乙烯、經烷基取代之苯乙烯、或其組合；及

(b) 使該前驅物聚合材料與含氮化合物反應以形成該聚合性吸著劑，該含氮化合物係選自氮、具有單一個一級胺基(-NH₂)之化合物、或具有至少兩個式—NHR 的胺基之化合物，其中 R 係氫或烷基，其中該聚合性吸著劑具有共價附接之含氮基團且呈粒子之形式；

以及，

(c) 將該聚合性吸著劑粒子支撐在一過濾器支架上。

圖式

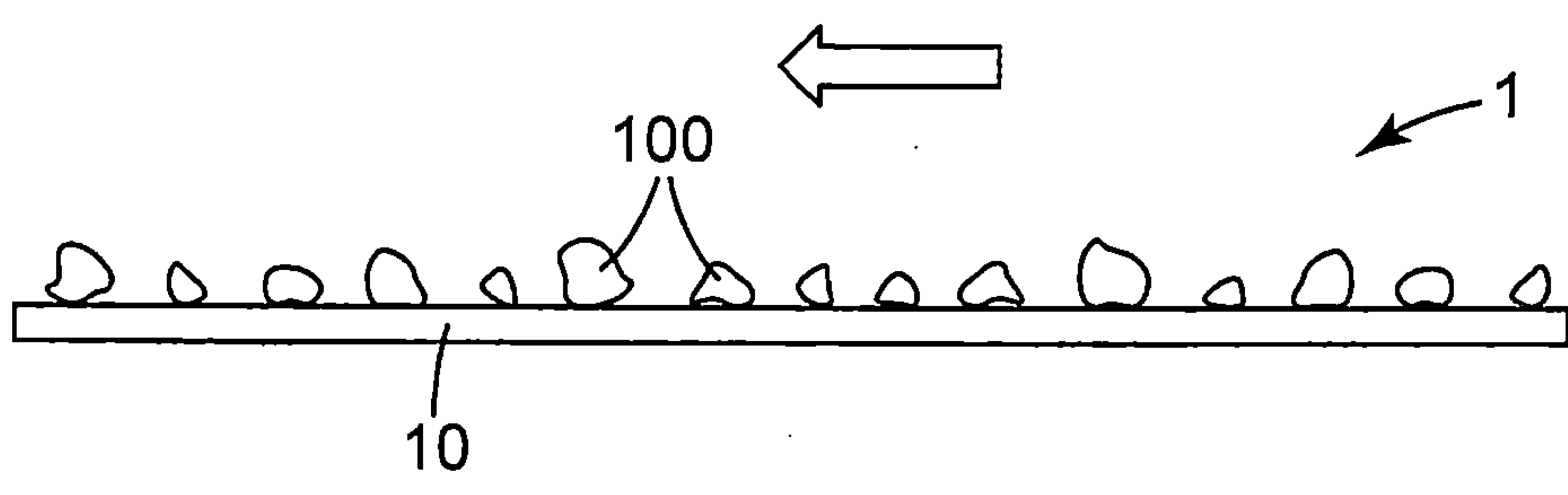


圖1

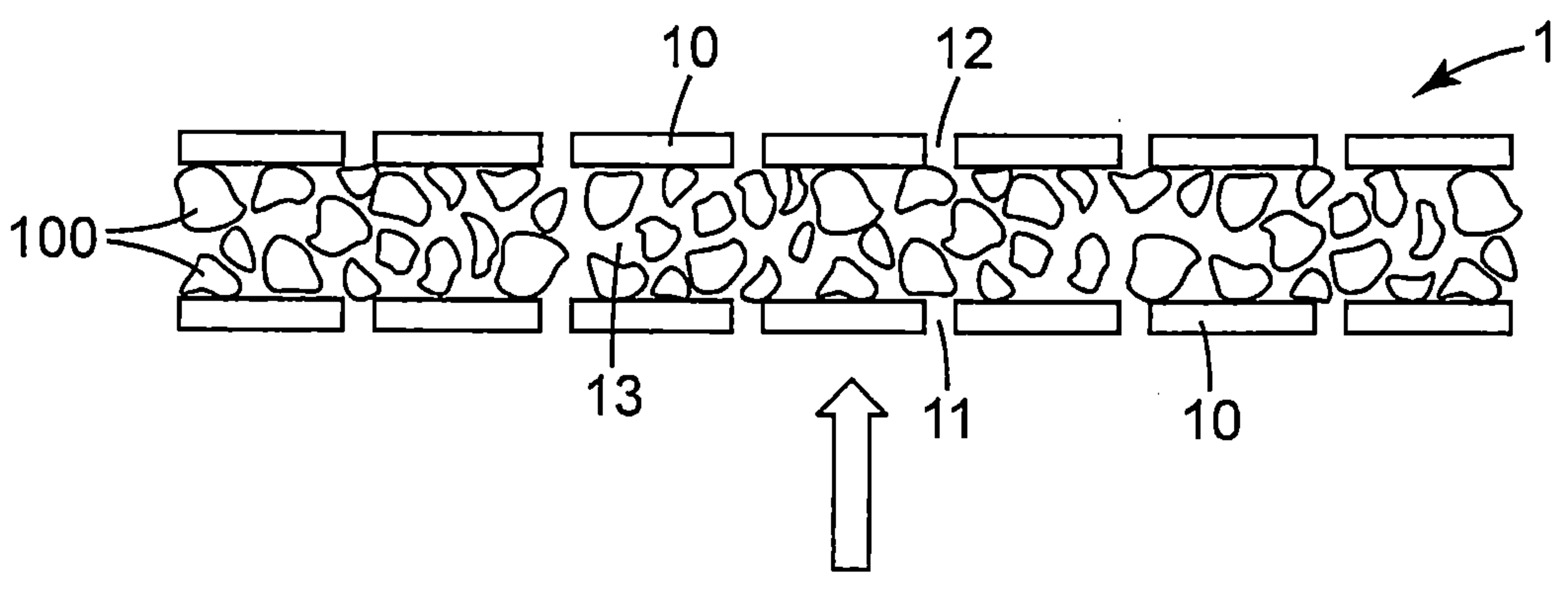


圖2

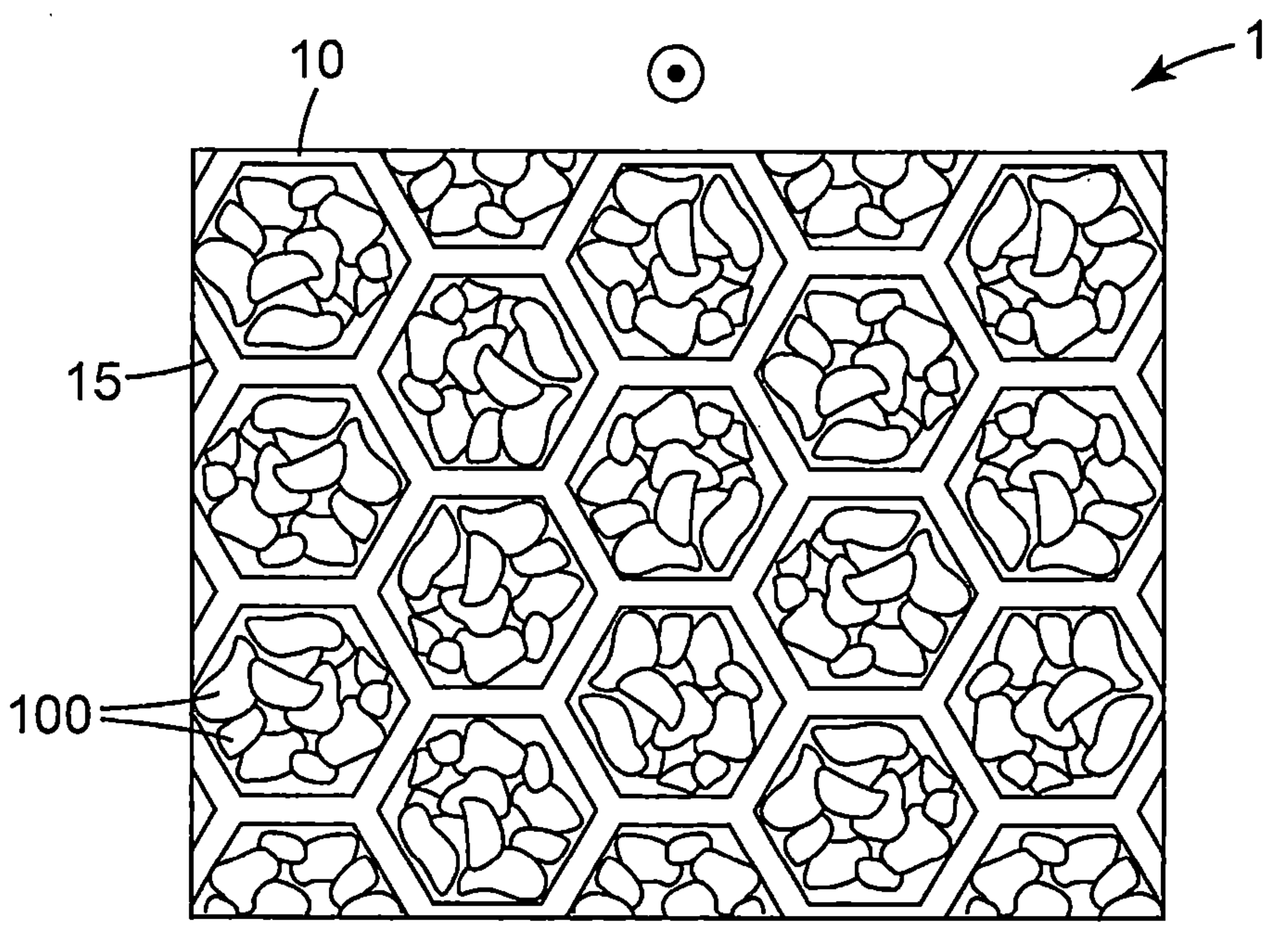


圖3

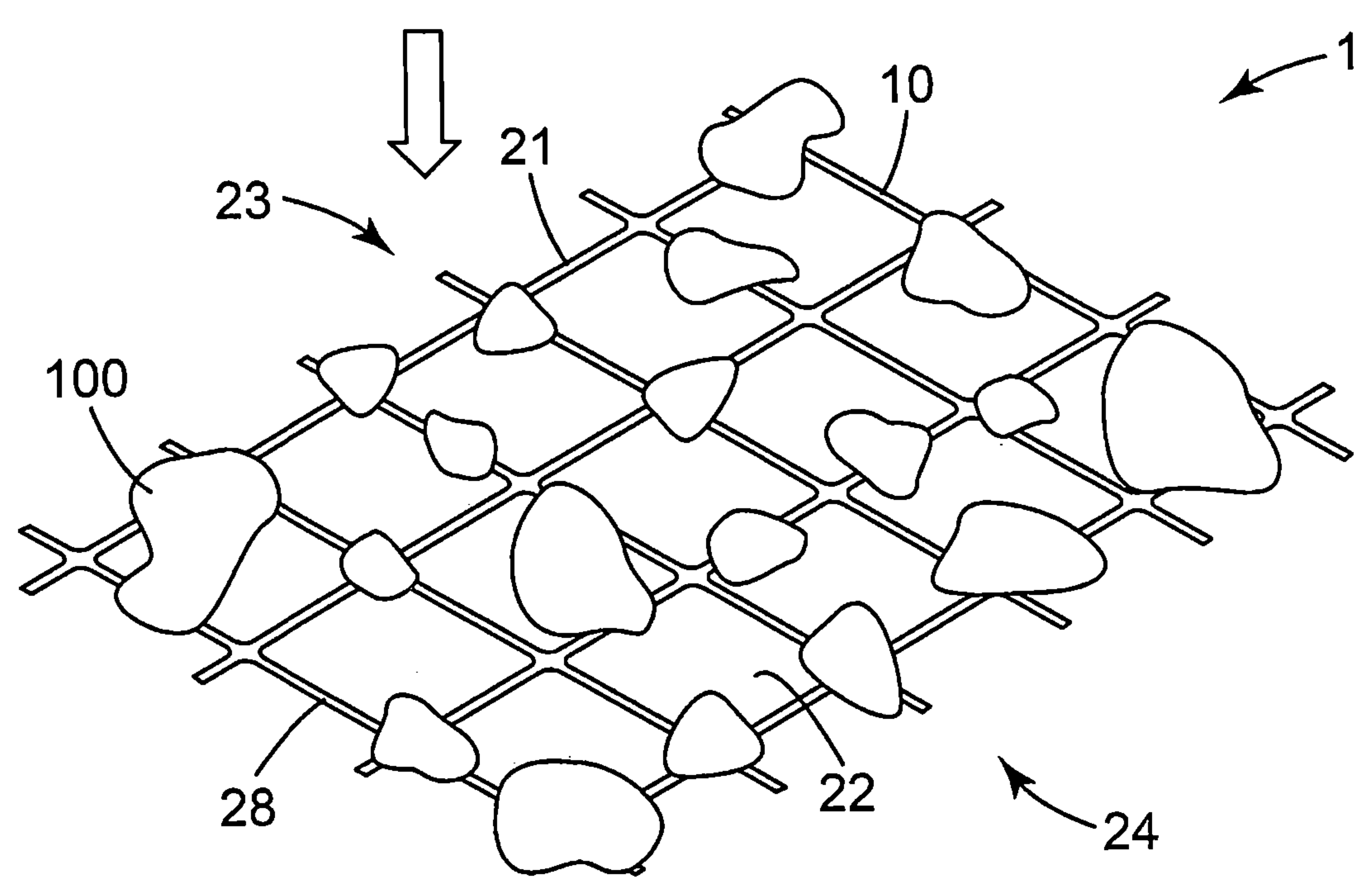


圖4

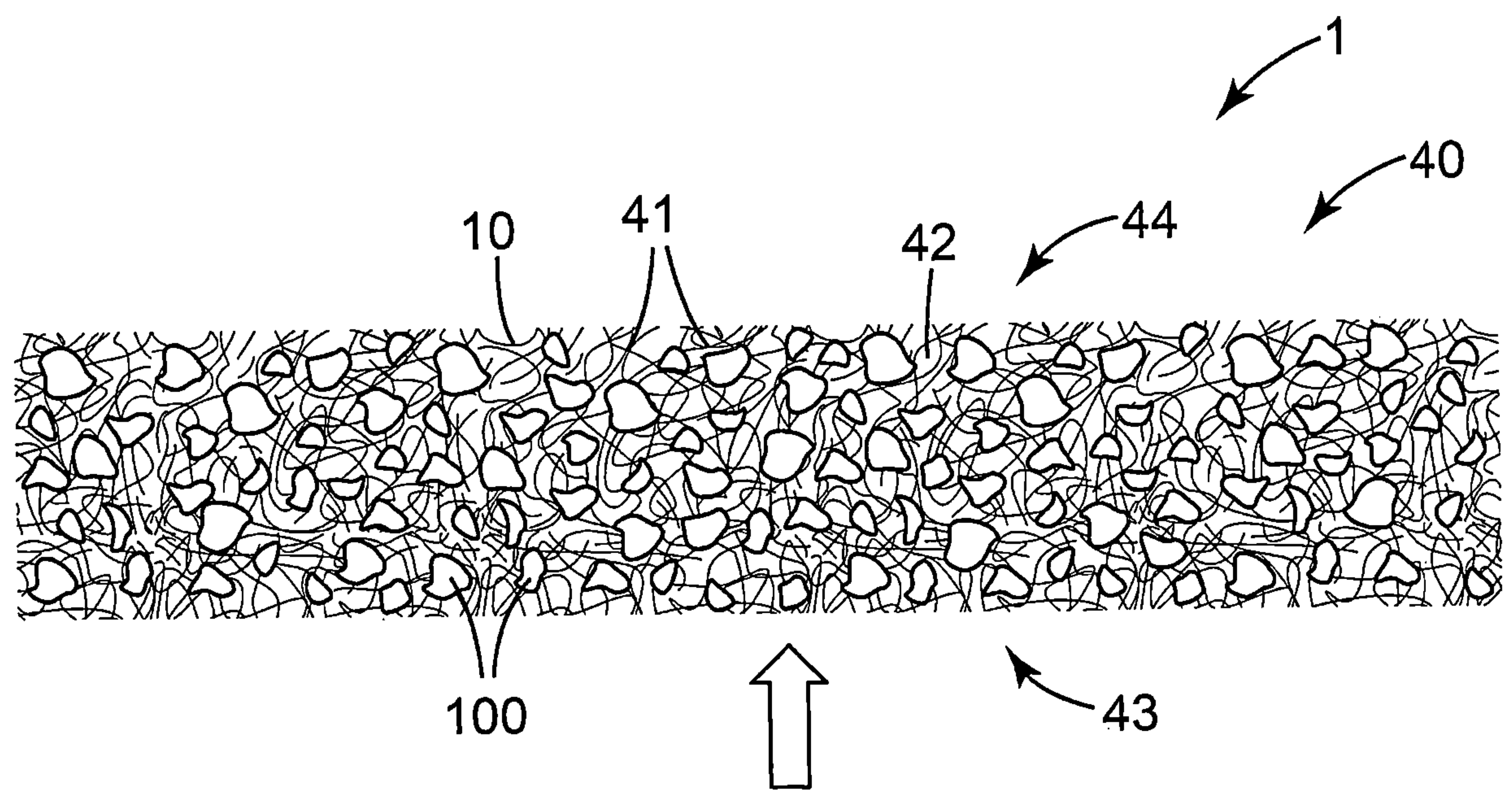


圖5

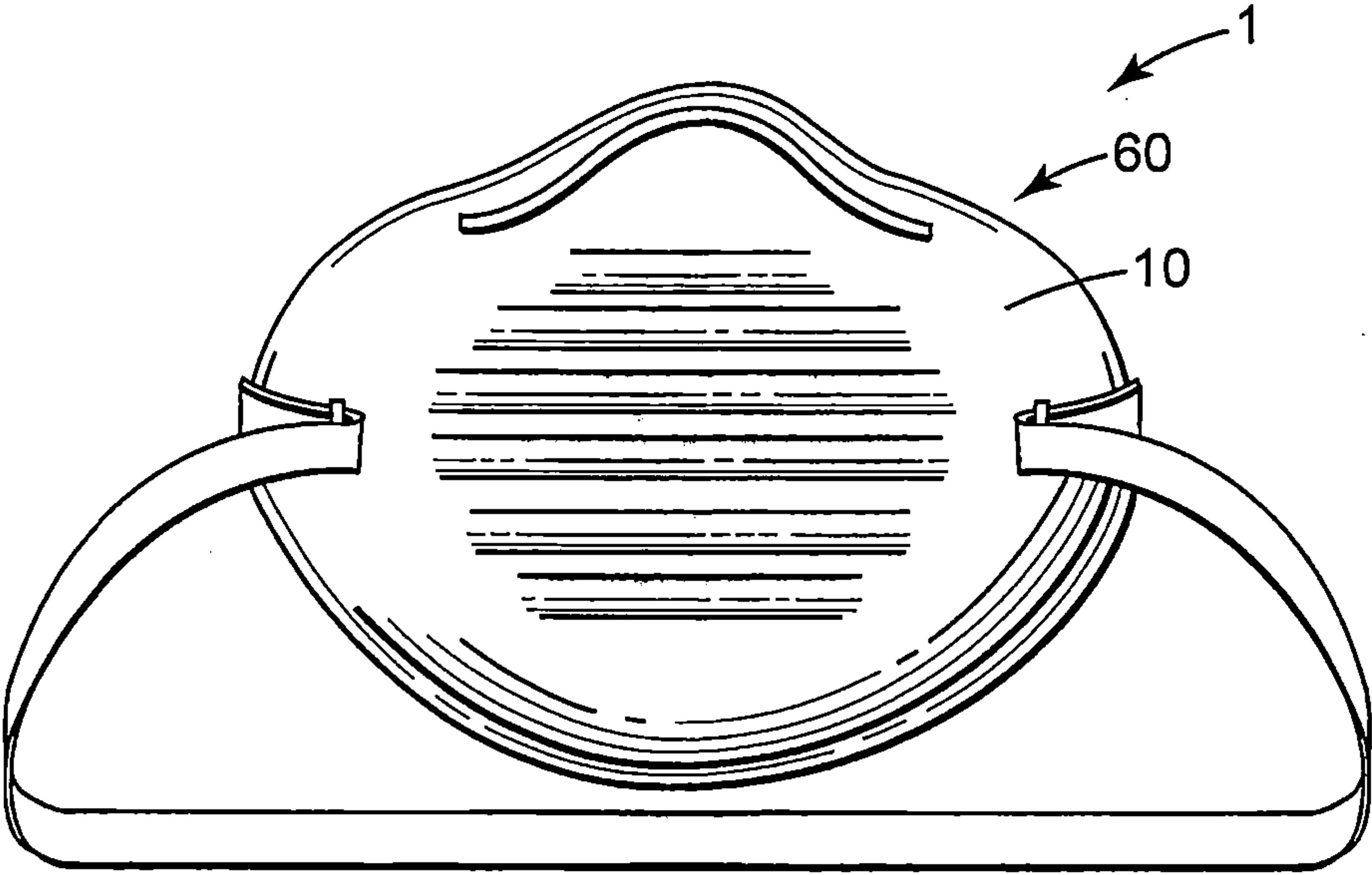


圖6

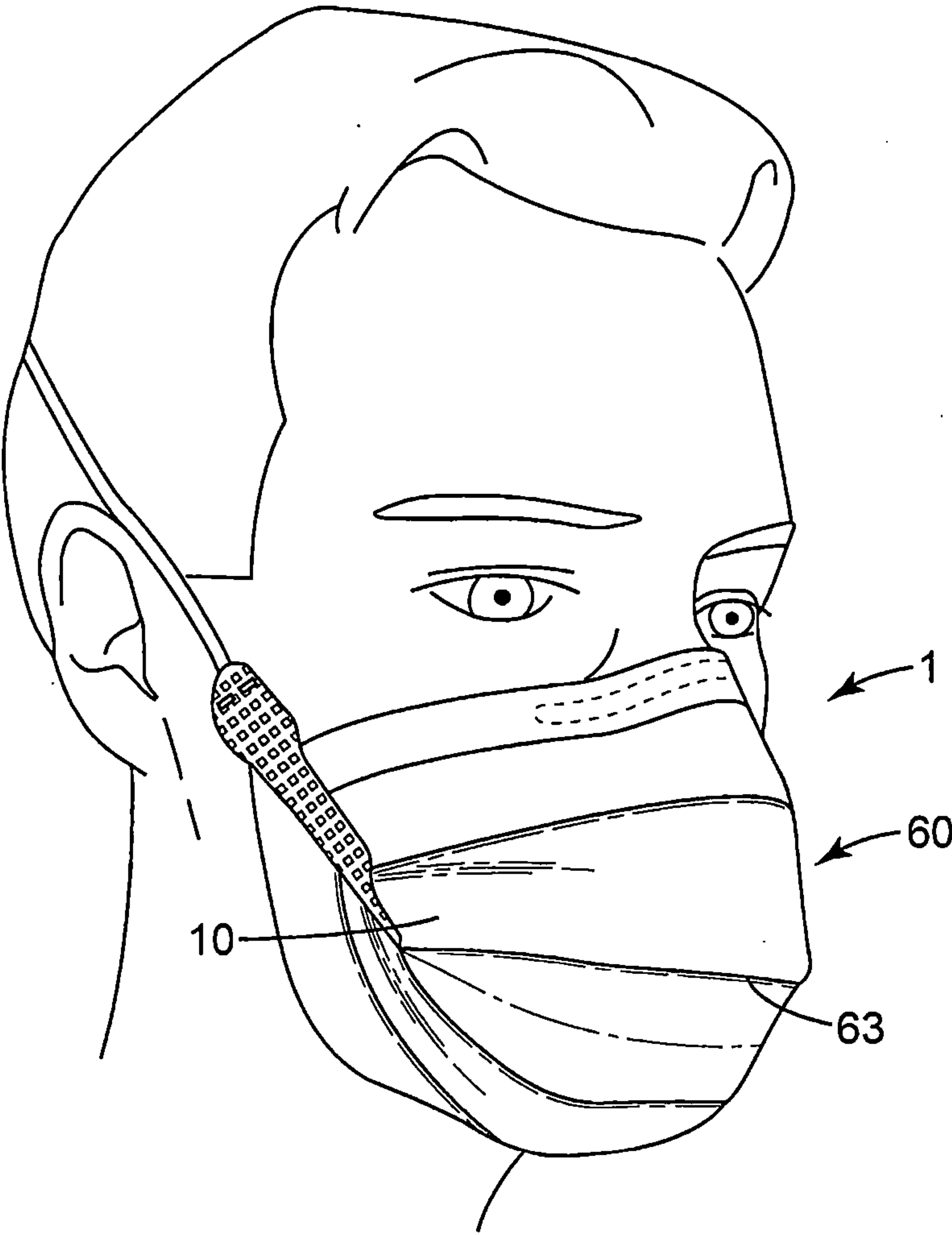


圖7

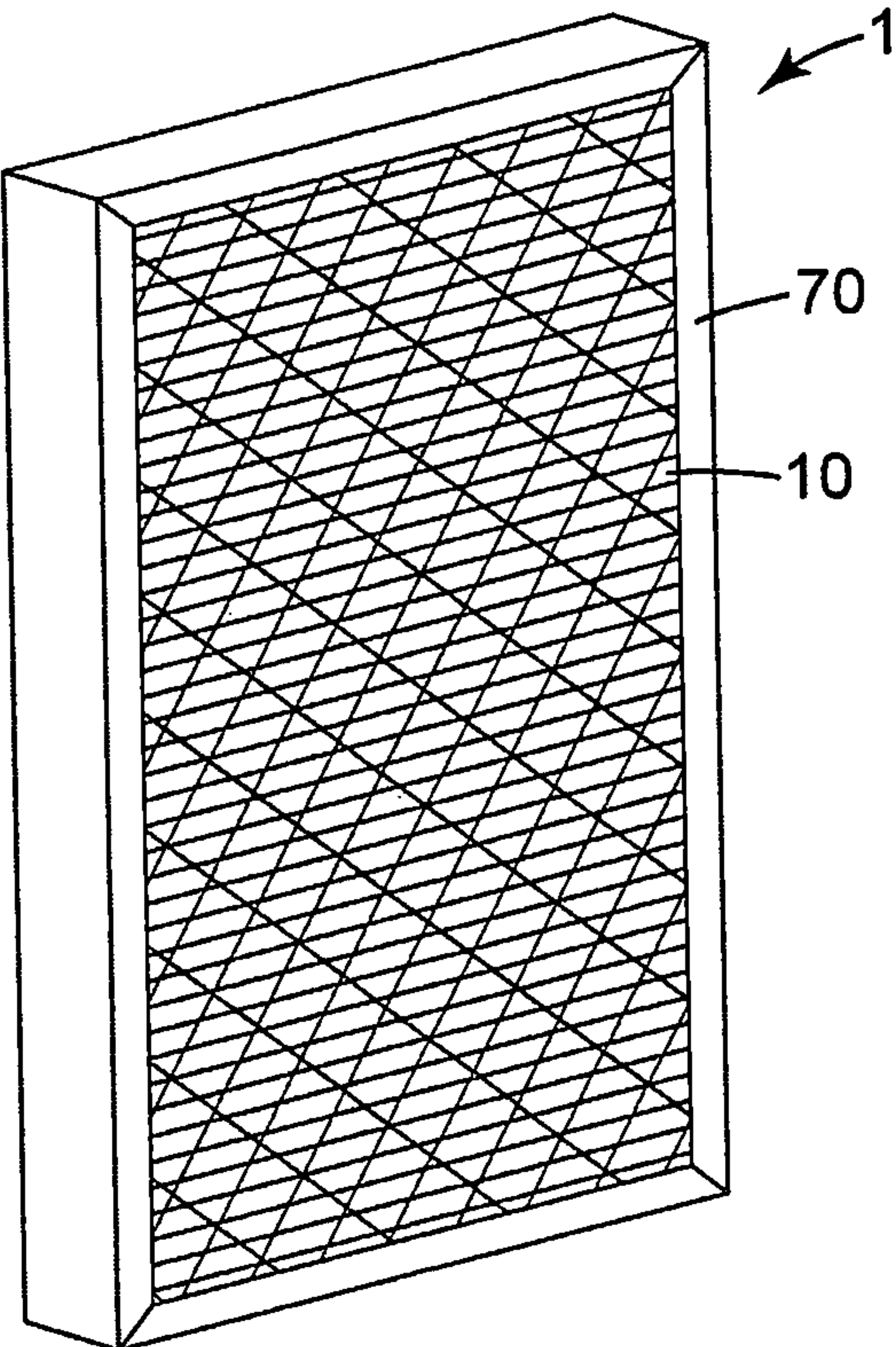


圖8
甲醛挑戰

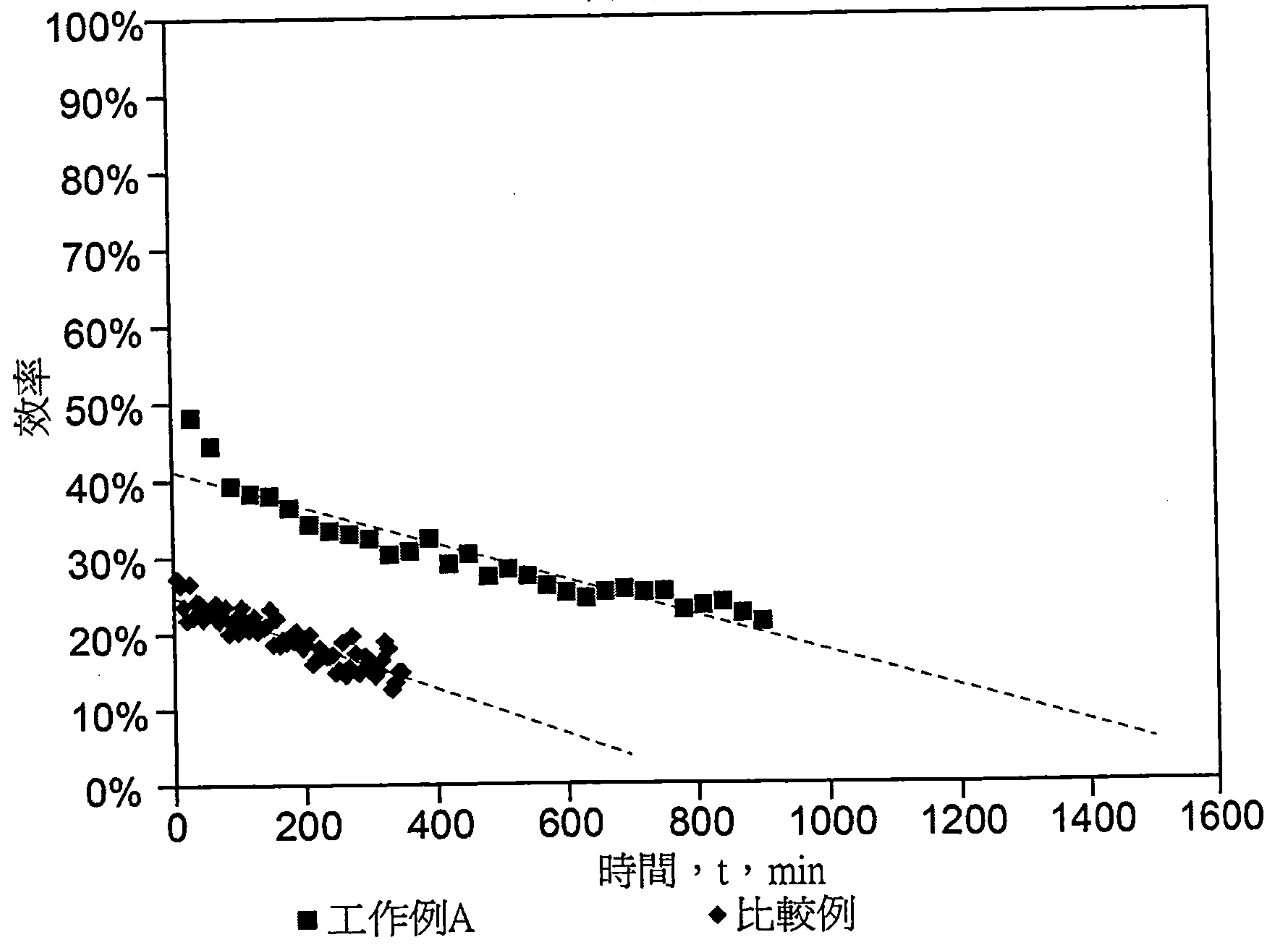


圖9

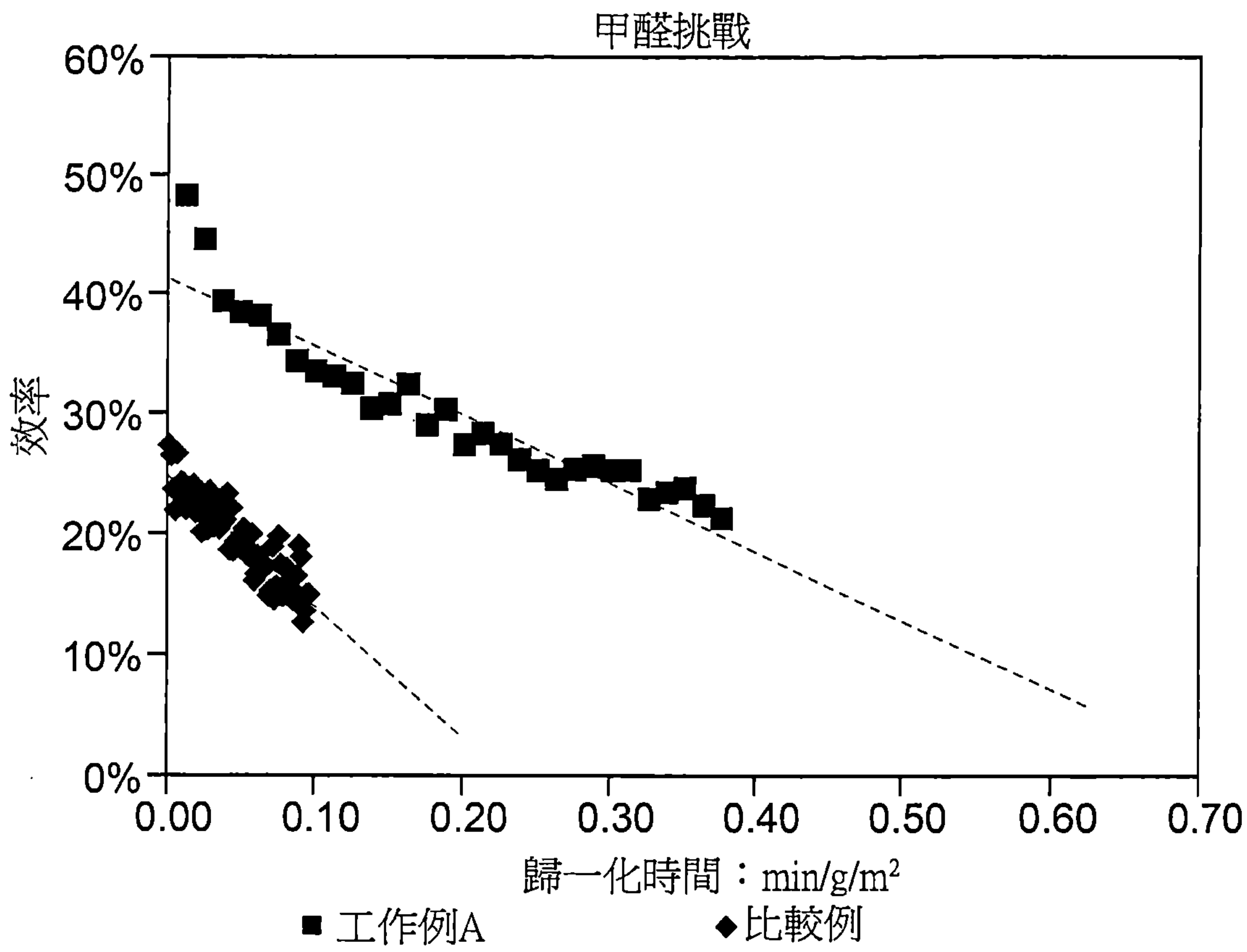


圖10

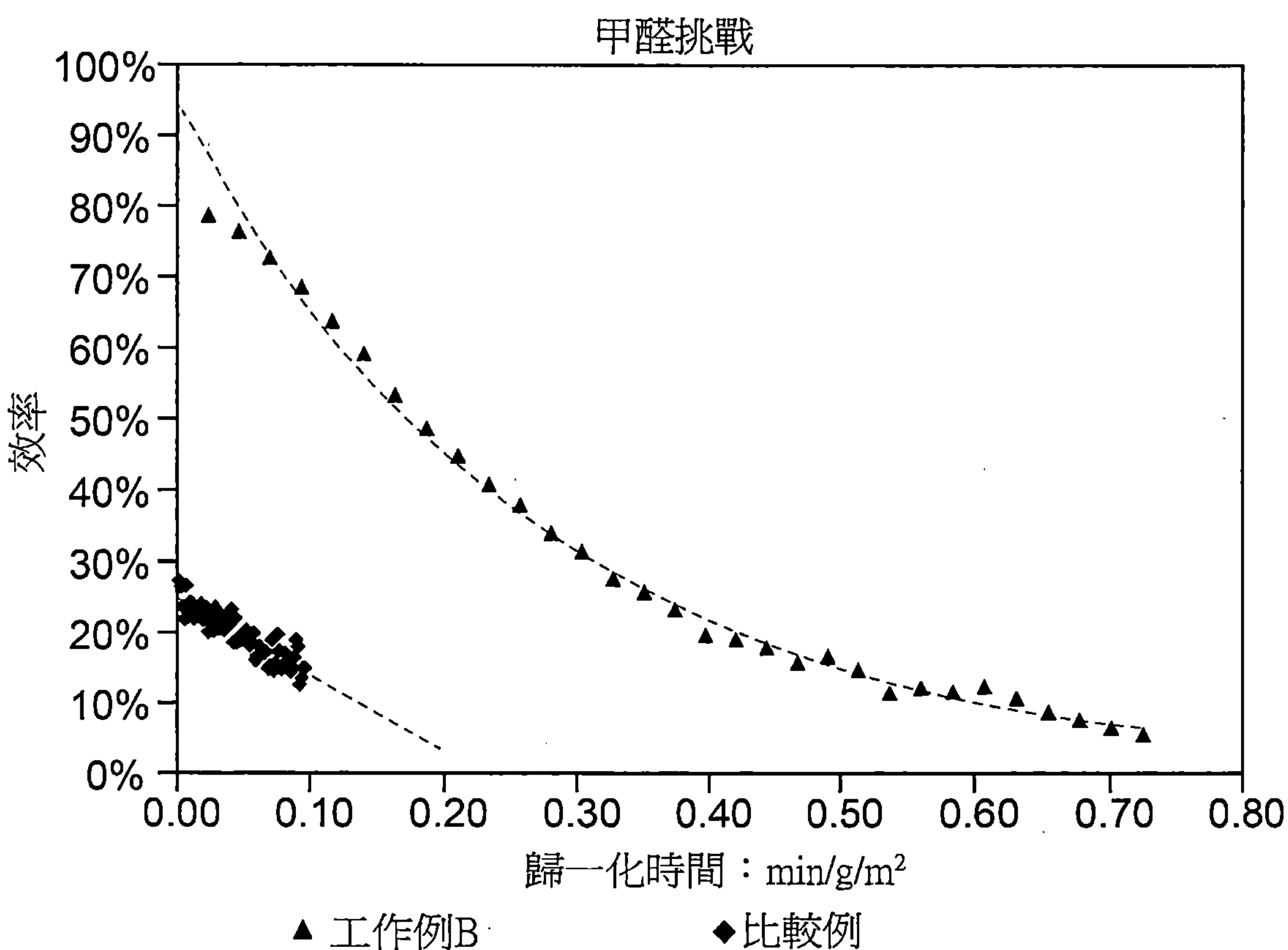


圖11

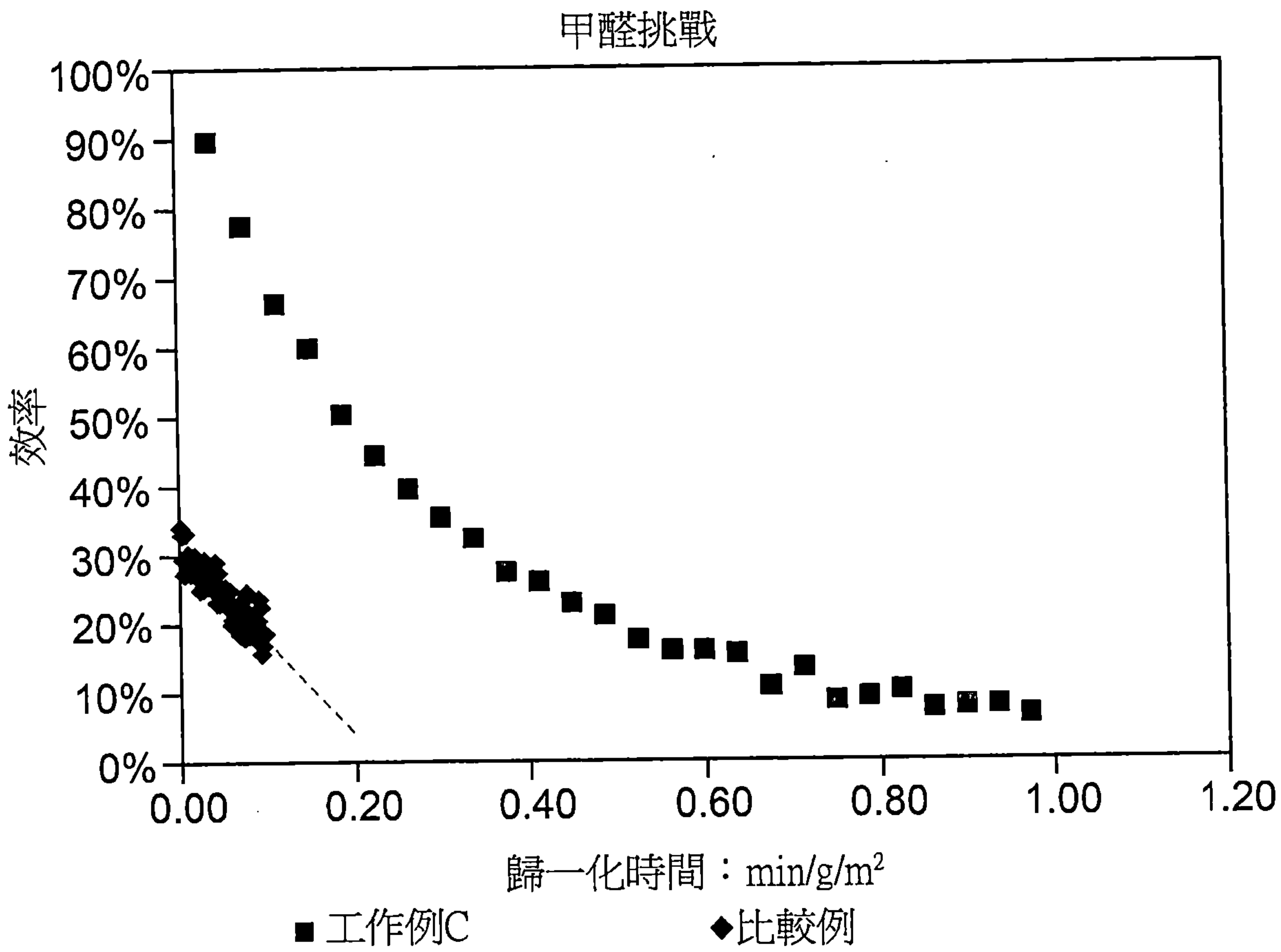


圖12