



(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 I636820 B

(45) 公告日：中華民國 107 (2018) 年 10 月 01 日

(21) 申請案號：103143946

(22) 申請日：中華民國 103 (2014) 年 12 月 16 日

(51) Int. Cl. : **B01D35/143 (2006.01)**

(30) 優先權：2013/12/17 美國

61/917,165

(71) 申請人：3M 新設資產公司 (美國) 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (US)
美國(72) 發明人：福克斯 安德魯 勞伯特 FOX, ANDREW ROBERT (US) ; 辛立明 XIN, LIMING
(CN)

(74) 代理人：陳長文

(56) 參考文獻：

CN 102380270A

US 2011/0094514A1

審查人員：曹世力

申請專利範圍項數：6 項 圖式數：10 共 34 頁

(54) 名稱

空氣品質指示器

AIR QUALITY INDICATOR

(57) 摘要

本發明揭示一種用於指示所關注環境內高微粒等級之空氣品質指示器。該指示器包括保持第一及第二空氣過濾介質的一框架。該第一空氣過濾介質與該第二空氣過濾介質至少在承受含有微粒的氣流時之視覺外觀(例如，顏色)改變上有所不同。

An air quality indicator for indicating high fine particle levels in an environment of interest. The indicator includes a frame maintaining first and second air filter media. The first air filter medium differs from the second air filter medium at least in terms of a change in visual appearance (e.g., color) when subjected to air flow containing fine particles.

指定代表圖：

符號簡單說明：

20' . . . 指示器

22' . . . 框架

24 . . . 第一空氣過濾介質

26 . . . 第二空氣過濾介質

32 . . . 前面板

34 . . . 側面板

36 . . . 頂端面板

38 . . . 入口

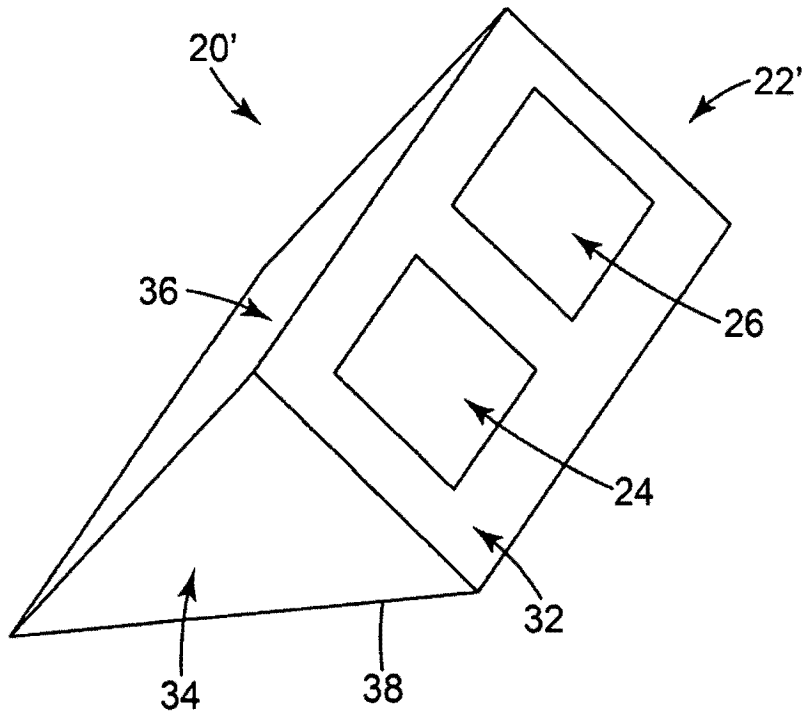


圖1A

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】 空氣品質指示器

AIR QUALITY INDICATOR

【技術領域】

【先前技術】

【0001】 本揭露係關於空氣品質指示器。更具體而言，本揭露係關於容易使用之升高的空氣微粒等級的指示器。

【0002】 空氣品質為世界各地逐漸重視的議題。高度關注的一個空氣品質參數就是微粒物質的微粒等級或含量。微粒或微粒物質通常指定為直徑 2.5 μm 或以下的粒子，並且傳統上以縮寫「PM_{2.5}」稱之。空氣微粒對於健康影響甚鉅，尤其是在較侷限區域中升高的等級當中。

【0003】 室內空氣清淨機、HVAC 過濾器以及其他過濾器型系統廣泛可用來移除空氣中的粒子，且對於改善室內空氣品質非常有用。室內空氣過濾系統所用的過濾介質持續演進。最近已開發出容易捕捉微粒的室內用過濾介質。已知過濾介質的靜電處理可顯著改善過濾介質捕捉微粒物質的能力。在納入高靜電荷處理以及材料時，可生產出具備高微粒效率以及低氣流阻力的過濾介質（可購自例如 St. Paul, MN 的 3M Company）。

【0004】 儘管隨處可取得，但是許多住宅與辦公場所的環境並未利用微粒空氣品質解決方案。推測未考慮或解決升高的微粒等級係由於人類感官無法輕易感知到空氣微粒存在之簡單事實，即使在室內升

高的等級下（室外的話，微粒會造成霾）。若未使在一特定環境下生活或工作的人們注意到空氣微粒的存在，就不太會有使用微粒過濾技術的動機。這在已試圖使用大粒子空氣品質控制（例如，僅適合移除大粒子之過濾介質）的環境下尤其造成困擾；在這些情況下，在該環境下生活或工作的人們會有認為整體空氣品質是可接受的假象，但事實上存在潛在不安全微粒等級。遺憾的是，世界上許多地區持續回報過高的微粒等級(PM_{2.5})。各政府機構已訂定出可接受的微粒等級作為參考值，一般表示為一段時間每單位體積空氣的總粒子重量（例如，每立方公尺微克）。例如，在 2012 年美國環保署(US EPA)重申每日 PM_{2.5} 空氣品質標準為 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，並且下修年度標準至 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。最近來自中國主要城市（例如上海與北京）的空氣品質測量值在秋季、冬季及春季通常測出 PM_{2.5} 都超過 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，且偶爾甚至超過 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

【0005】 雖然測量空氣微粒等級的感測器系統已為眾所周知並且可產生高精確度的數據，但其價格昂貴且操作上較複雜。科學家與其他研究專家需要並仰賴這些感測器可提供的詳細資訊，因此該等成本是合理的。相形之下，對於有興趣大概瞭解總體規模之微粒等級的人們並不需要詳細數據，並且將不會投資在可用的感測器設備上。事實上，微粒等級感測器所產生的數據對於特定值之含意並不瞭解的一般人而言意義不大。簡言之，現有的微粒等級感測器技術對於想要判定所關注環境內是否具有升高的微粒等級之人們並不適用。

【0006】 鑑於空氣品質不佳的情況普遍增加，伴隨不斷受關注的空氣品質議題，需要簡單解決方案用以指示實際空氣品質並指示需要空氣品質解決方案。

【發明內容】

【0007】 根據本揭露原理的某些態樣係關於一種空氣品質指示器，用於指示所關注環境中的高微粒等級。該指示器包括保持第一及第二空氣過濾介質的一框架。該第一空氣過濾介質與該第二空氣過濾介質至少在承受含有微粒的氣流時之視覺外觀（例如，顏色）改變上有所不同。

【0008】 在某些實施例中，該第一空氣過濾介質為一高效率過濾介質（例如，帶有高靜電），而該第二空氣過濾介質為一低效率過濾介質（例如，不帶電或帶少量電荷）。將該等高效率與低效率介質組合至一指示器內，可使一指示器具有兩個平行承載表面，這兩個表面最初看起來相似（或相同），但是當暴露於污染空氣時會以不同速率變色。因此，該指示器可提供有關取樣位置中空氣品質的資訊，並且可告知一使用者有關加入一帶靜電荷過濾介質來改善環境的室內空氣品質之好處。改善針對含油污染物之靜電荷耐用度的處理（例如表面氟化）可有益於特別污染之空氣。

【0009】 在某些實施例中，讓氣流主動通過指示器可有益於以可察覺之方式產生在該第一空氣過濾介質的視覺外觀上之一明顯變化。可附接此一指示器的數種通風裝置(air-moving device)包括一空氣清淨機入口或一過濾器上游側、一過濾器的一 HVAC 上游側、一可攜式風

扇、房間或可攜式空氣調節器的入口側，以及一 HVAC 系統的供應或回流管道。該指示器也可具備自己的通風裝置。

【0010】 已設想該空氣品質指示器可通常僅覆蓋上文提及之通風表面之一者的僅一部分（經常是一小部分）。因此，該指示器作用為流過整體通風表面的空氣之部分障壁。空氣將優先流動在該空氣品質指示器四周，而非流通過該空氣品質指示器。因此，為指示器提供高效率但極低壓力降過濾介質的能力選擇性地在某些實施例中係重要的，以允許足夠的氣流通過該指示器以便正確地指示空氣品質。

【0011】 亦設想一種用於在一 HVAC 過濾器下游使用此一指示器之方法。具體而言，可在一低效率（例如未帶電過濾介質）過濾器下游使用一指示器，以對消費者指示其過濾器並未過濾空氣中一顯著部份的粒子，但一靜電過濾器可改善其空間過濾能力。此方式可為特別有利，因為即使上游過濾器對於微粒的效率低下，但其將會捕捉到許多可能在該指示器處構成「假肯定(false positive)」之髒污外觀之非常大的顆粒物質。

【圖式簡單說明】

【0012】

圖 1 為根據本揭露原理的一空氣品質指示器之簡化前視平面圖；

圖 1A 為根據本揭露原理並且包括一替代框架的另一空氣品質指示器之簡化透視圖；

圖 1B 為圖 1A 的指示器的簡化俯視圖並且繪示呈平坦狀態之框架；

圖 2 為已安裝在所關注環境中的圖 1 之指示器之示意圖；

圖 3 為根據本揭露原理的一空氣品質指示器系統之簡化前視平面圖，其包括圖 1 的指示器以及一習用空氣過濾器；

圖 4 為根據本揭露原理並包括圖 1 的指示器以及一通風裝置的另一指示器系統之示意圖；

圖 5 為根據本揭露原理的另一空氣品質指示器之簡化側視圖；

圖 6 為根據本揭露某些實例製備的一樣品指示器之簡化前視平面圖；

圖 7 呈現圖 6 的樣品指示器在各種測試評估之後的相片；

圖 8 為根據本揭露某些實例製備的另一樣品指示器之簡化前視平面圖；

圖 9 呈現圖 8 的樣品指示器在各種測試評估之後的相片；以及

圖 10 呈現圖 8 的樣品指示器在各種測試評估之後的相片。

【實施方式】

【0013】 圖 1 中展示根據本揭露原理的一空氣品質指示器 20 之一實施例。空氣品質指示器 20 包括一框架 22，其保持一第一空氣過濾介質 24 以及一第二空氣過濾介質 26。下文提供各種組件的細節。一般而言，框架 22 相對小，並且以並排配置方式保持過濾介質 24、26。第一空氣過濾介質 24 及第二空氣過濾介質 26 可採取多種形式，並且兩者一般都可允許空氣流通過其厚度（即，進出圖 1 的頁面）。第一空氣過濾介質 24 與第二空氣過濾介質 26，在較短時間（例如 1 至 10 天左右）內承受大量微粒氣流時，至少在視覺外觀變化之速率上有

所不同。回應於含升高的 $PM_{2.5}$ 特性之氣流的視覺外觀變化，可隨著空氣過濾介質 24、26 捕捉微粒的能力而改變（例如，第一空氣過濾介質 24 可容易捕捉微粒，而第二空氣過濾介質 26 則捕捉較少的微粒，若有的話）。運用此構造，空氣品質指示器 20 可經定位於所關注環境內，例如在普遍強制氣流的位置處。在氣流含有較高微粒等級的情況下，隨著時間經過，第一空氣過濾介質 24 的視覺外觀將變得與第二空氣過濾介質 26 的視覺外觀相異，因此，讓使用者知道環境中存有升高的微粒等級。

【0014】 框架 22 可採取多種形式，並且一般經組態以在預期氣流速率（例如，約每秒 0.2 至 2.0 公尺）存在之下，穩固地保持過濾介質 24、26。框架 22 可由紙板、卡紙板、瓦楞紙板(corrugated fiber board)、塑膠、波形塑膠板(corrugated plastic)、或其他便宜材料製成。替代地，框架 22 可由更剛性之材料建構，例如金屬。框架 22 形成或界定一對窗口 28、30，其上分別保持過濾介質 24、26。因此，過濾介質 24、26 在窗口 28、30 處暴露於指示器 20 之外部環境，且更具體而言，暴露於氣流。

【0015】 框架 22 界定指示器 20 的整體佔用面積並且係相對小的，例如，長度不多於 6 吋，或者不多於 4 吋，或者大約 3 吋；寬度不多於 4 吋，或者不多於 2 吋，或者大約 1 吋。亦可設想其他尺寸（例如，長度大於 6 吋及/或寬度大於 4 吋）。再者，雖然框架 22 繪示為具有矩形周長，但亦可接受其他形狀（例如，方形、圓形、不規則形等等）。在其他實施例中，可參照指示器 20 的表面積來特徵化框架

22 的小尺寸或佔用面積，且因此特徵化指示器 20 的小尺寸或佔用面積，例如，表面積不多於 24 in²，或者不多於 16 in²，或者不多於 10 in²，以及在某些實施例中，大約 3 in²。

【0016】 如上文描述所舉證，框架 22 的形狀與構造力求簡單，以便在某些實施例中使指示器 20 便宜且容易製造。在其他實施例中，框架 22 可併入或已組裝有促進將指示器 20 安裝在所要位置處的一或多個額外組件。例如，並且如下文更詳細說明，框架 22 的一主面可包括或塗上一壓敏黏著劑或其他黏著劑組成物。在其他實施例中，在框架 22 的主面之一者處可組裝或提供一或多個扣件（例如，鉤子、Velcro™等等）。

【0017】 雖然已經將框架 22 描述為一體成形組件，但亦可設想其他構造。例如，框架 22 可由分別形成並且隨後組裝（例如，將框架 22 安裝至空氣過濾介質 24、26 時）的兩個或多於兩個的區段所組成。在其他實施例中，第一空氣過濾介質 24 及第二空氣過濾介質 26 各可經形成有一框架或外殼或經組裝至一框架或外殼，其中該兩個空氣過濾介質框架或外殼隨後彼此組裝以共同界定單一框架 22。

【0018】 如所示與描述，框架 22 可具有相對平坦形狀。在其他實施例中，本揭露的指示器可併入具有一更具三維屬性的框架構造，以例如促進搭配某些預期安裝位置而使用。圖 1A 繪示包括一框架 22' 及空氣過濾介質 24、26 的一選擇性實施例之指示器 20'。框架 22' 經組態以如其它處所述保持空氣過濾介質 24、26，並且進一步經組態以引

導氣流至介質 24、26，同時將介質 24、26 保持在相對於安裝地點來說方便觀看的位置，例如分離式空調的空氣入口。

【0019】 框架 22'可經組態以由使用者從平坦狀態（圖 1B）組裝成圖 1A 的最終狀態。在最終狀態中，框架 22'界定一前面板 32、對置側面板 34（圖 1A 內可看見其中一個側面板）及一頂端面板 36。將面板 32 至 36 組合以界定一入口 38（概括地參照於圖 1A），入口 38 係組裝於一主動氣流表面之上，其中面板 32 至 36 將氣流引導至空氣過濾介質 24、26。本揭露的框架可具有數種其他形狀與構造。

【0020】 請回到圖 1，第一空氣過濾介質 24 及第二空氣過濾介質 26 在某些態樣中相似，能夠允許氣流通過（極低壓力降）並且由大致相似的基本材料所建構，如下文所述。再者，空氣過濾介質 24、26 在暴露於氣流之前（例如，使用指示器 20 之前）可具有相似的視覺外觀，例如相似的顏色（例如白色、灰白色等等）。但是，第一空氣過濾介質 24 在捕捉微粒方面具有高效率，而第二空氣過濾介質 26 則最多展現出低效率。捕捉的微粒覆蓋在第一空氣過濾介質 24 的個別纖維表面上，並隨時間經過而導致整個過濾介質 24 顏色變深；第二空氣過濾介質 36 上並不容易收集相同的微粒，因此隨時間經過，（由於微粒存在）第二空氣過濾介質 26 將展現出極微的顏色變化（若有的話）。選擇性地，白色顏料（或其他顏色）可併入至介質 24、26 之各者中，以提供更相異的「初始」顏色或外觀（例如，納入或添加可接受量之諸如二氧化鈦的白色顏料至介質 24、26（例如 0.1 至 1.0 質量%），而讓第一空氣過濾介質 24 的顏色有更顯著的改變，並且當第一空氣過濾介

質 24 變成覆蓋有微粒時，讓第一介質 24 及第二介質 26 之間有更相異的色差)。

【0021】 記住上文一般參數，第一空氣過濾介質 24 可採取當現已知或未來開發、建構或格式化成為高效率過濾介質（即，捕捉微粒之高效率）的各種形式。利用將靜電荷賦予至第一空氣過濾介質 24 的材料內或之上，可獲得高效率屬性。第一空氣過濾介質 24 可為所屬技術領域中具有通常知識者已知的非織造纖維織物，且在具備靜電荷時在某些實施例中稱為駐極體(electret)非織造織物。可搭配第一空氣過濾介質 24 使用的非織造織物可由複數個纖維形成；如下文所述，可在形成非織造織物之前（例如，由駐極體纖維形成駐極體織物）將靜電荷賦予至纖維中，或者在形成非織造織物之前纖維可不具有靜電荷（在織物形成之後才賦予靜電荷）。

【0022】 不管賦予靜電荷的製造階段為何，非織造織物可具有隨機的纖維配置以及大致上等向性面內物理屬性（例如，抗張強度），或若需要可具有對齊的纖維構造（例如，纖維在機器方向上對齊之構造，如 Shah 等人的美國專利第 6,858,297 號中所述，該案內容係以引用方式併入本文中）以及各向異性面內物理屬性。

【0023】 多種聚合纖維成形材料可用作為第一空氣過濾介質 24 的基本材料。聚合物基本上可為任何熱塑性纖維成形材料，能夠提供將維持令人滿意的駐極體特性或電荷分離之非織造織物。用於可帶電織物的某些較佳聚合纖維成形材料為非導電樹脂，其具有 10^{14} 歐姆-公分或更大的體積電阻率。於可帶電織物中使用的聚合纖維成形材料可

視需要而為實質上無諸如抗靜電劑之組分，此等組分可顯著增加導電率或以其它方式干擾纖維接收及維持靜電荷的能力。可於可帶電織物中使用的某些聚合物實例包括含有聚烯烴之熱塑性聚合物，諸如聚乙烯、聚丙烯、聚丁烯聚(4-甲基-1-戊烯)、環烯烴共聚物、聚酯（諸如聚乳酸），及這些聚合物的組合。在某些實施例中，因為聚丙烯均聚物具備保留電荷的能力（尤其是在潮溼的環境中），所以用其製備該等纖維。

【0024】 可添加添加劑至聚合物，以增強織物保有以及維持令人滿意的駐極體屬性、機械屬性、老化屬性、著色、表面屬性或其他所關注特性之能力。代表性的添加劑包括填料、成核劑（例如，MILLAD™ 3988 二苯亞甲基山梨醇，可購自 Milliken Chemical）、駐極體帶電增強添加劑（例如三硬脂三聚氰胺，及各種光穩定劑，如來自 Ciba Specialty Chemicals 的 CHIMASSORB™ 119 及 CHIMASSORB 944）、固化起始劑、硬化劑（例如聚(4-甲基-1-戊烯)）、表面活性劑及表面處理（例如 Jones 等人的美國專利第 6,398,847 號、第 6,397,458 號及第 6,409,806 號內描述的用以改善油霧環境中的過濾性能之氟原子處理，各案的全部內容係以引用方式併入本文中）。其他靜電荷添加劑包括美國專利第 6,268,496 號、第 5,976,208 號、第 5,968,635 號、第 5,919,847 號及第 5,909,598 號以及美國專利申請公開案第 2012/0017910 號所描述者。所屬技術領域中具有通常知識者將熟知此等添加劑的類型與數量。例如，駐極體帶電增強添加劑一般存在的量少於約 5 wt. %，且更一般少於約 2 wt. %。

【0025】 在某些實施例中，構成可搭配第一空氣過濾介質 24 使用的非織造織物之某些或全部纖維為多組分纖維，具有至少第一區與第二區，其中該第一區的融熔溫度低於該第二區的融熔溫度。存在各種不同類型與組態的多組分纖維。合適的多組分纖維描述於例如美國專利第 7,695,660 號、第 6,057,256 號、第 5,486,410 號、第 5,662,728 號及第 5,972,808 號，各案的全部內容係以引用方式併入本文中。多組分纖維可為雙組分纖維，其實例之一為鞘/芯纖維，其中圍繞芯的鞘形成纖維的第一區並且芯形成纖維的第二區。可搭配本揭露使用的另一雙組分纖維實例為例如美國專利第 5,597,645 號中所描述的低密度雙組分纖維，該案的全部內容係以引用方式併入本文中。

【0026】 可搭配第一空氣過濾介質 24 使用的非織造織物可為高膨鬆度紡黏織物，例如 Fox 等人的美國專利第 8,162,153 號中所描述者，該案的全部內容係以引用方式併入本文中。在其他實施例中，第一空氣過濾介質 24 可為低膨鬆度紡黏織物，例如 Fox 等人的美國專利第 7,947,142 號中所描述者，該案的全部內容係以引用方式併入本文中。在又其他實施例中，可搭配第一空氣過濾介質 24 使用的非織造織物係由其他技術所產生及/或具有其他特性，例如 Shah 等人的美國專利第 6,858,297 號中所描述之熔吹非織造織物（上文已提及）。有用的非織造織物形式之其他非限制實例包括雙模態纖維直徑熔吹介質，例如美國專利第 7,858,163 號中所描述者，該案的全部內容係以引用方式併入本文中。

【0027】 可用各種方式賦予電荷至第一空氣過濾介質 24 的非織造織物內。可使纖維在形成非織造織物之前、期間及/或之後帶靜電。例如，可藉由下列方式來執行使纖維帶靜電：將纖維及/或織物與水接觸，如 Angadjivand 等人的美國專利第 5,496,507 號中所揭示者；執行電暈處理，如 Klasse 等人的美國專利第 4,588,537 號中所揭示者；執行水合帶電，如 Rousseau 等人的美國專利第 5,908,598 號中所揭示者；執行電漿處理，如 Jones 等人的美國專利第 6,562,112 號以及 David 等人的美國專利申請公開案第 2003/0134515 號中所揭示；或其組合，各案的全部內容係以引用方式併入本文中。在某些實施例中，可用作第一空氣過濾介質 24 的非織造織物可經受帶電處理，其進一步增強駐極體纖維所擁有的任何電荷，及/或可增強該等纖維保持這些電荷的能力。因此，在某些實施例中，在織物成形之前，駐極體纖維可經受初始帶電處理；以及，可在織物上形成額外（最終）帶電處理，以便讓駐極體纖維達到所要的最終電荷狀態。在其他實施例中，可搭配第一空氣過濾介質 24 使用的非織造織物所包含的纖維可在纖維形成為織物之前未經過帶電處理，雖然其可包含例如駐極體帶電增強添加劑。在此種特定實施例中，織物成形後之帶電處理可包括例如電暈帶電、摩擦帶電(tribocharging)、水合帶電、電暈處理接著水合帶電以及電漿處理接著水合帶電之任一者或全部。可例如在施加一支撐層至非織造駐極體織物之前或之後，執行此種帶電處理（因此，在某些實施例中，可將某種程度的帶電賦予至該（等）支撐層的材料）。

【0028】 可用作第一空氣過濾介質 24 的駐極體過濾織物可由分裂之原纖化帶電纖維形成，例如 Van Turnhout 等人的美國專利第 RE 30,782 號中所描述者，該案的全部內容係以引用方式併入本文中。此參照的駐極體纖維係由經原纖化以形成帶電纖維的電暈帶電膜所形成。然後可用常見方法（例如分梳(carding)或氣紡(air laying)）將帶電纖維形成為一非織造織物。因此，如此提供的非織造織物可視需要接合（例如針織(needle tacked)）成為一支撐紗幕(scrim)（例如美國專利第 5,230,800 號中所揭示者，該案的全部內容係以引用方式併入本文中），從而形成一外側支撐層。因此，第一空氣過濾介質 24 包括駐極體非織造織物及支撐層。替代地，原纖化膜可經以超音波方式結合至一支撐紗幕，例如 Both 的美國專利申請公開案第 2004/0011204 號中所揭示者，該案的全部內容係以引用方式併入本文中。

【0029】 第二空氣過濾介質 26 可為目前已知或在未來開發的任何低效率空氣過濾介質（具有低或極低壓力降）。在某些實施例中，第二空氣過濾介質 26 為或包括不帶靜電、或已經過處理將至少大部分任何靜電荷特性移除或放電的一非織造纖維織物。因此，第二空氣過濾介質 26 可為上文有關第一空氣過濾介質 24 所描述之不帶靜電型態（例如，上文中描述之任何聚合物纖維非織造織物構造，但在形成非織造織物之前、期間或之後未對纖維賦予靜電荷）的任何非織造織物（或組裝至一支撐結構的非織造織物）。替代地或此外，上文中描述之任何非織造織物（包括駐極體非織造織物）都可經受靜電放電條件，例如將放電劑（discharging agent）塗至非織造織物或在放電劑中縫合

非織造織物。所屬技術領域中具有通常知識者已知有各種放電劑，包括（例如）異丙醇。

【0030】 不論確切形式為何，按需要建構第一空氣過濾介質 24 及第二空氣過濾介質 26，使得在使用之前（即暴露於強制性氣流之前），第一空氣過濾介質 24 及第二空氣過濾介質 26 具有相似的視覺外觀或顏色。也就是說，使用指示器 20 之前，第一空氣過濾介質 24 及第二空氣過濾介質 26 用肉眼看起來顏色相同（例如，白色或灰白色）。第一空氣過濾介質 24 及第二空氣過濾介質 26 在大小與形狀方面可實質上相似（例如，在相同大小與形狀的 5% 內），其大小與形狀對應於窗口 28、30 的大小與形狀。可用適合在預期氣流存在之下維持穩固安裝的各種方式（例如可用黏著劑）將空氣過濾介質 24、26 組裝至框架 22。

【0031】 可依多種方式使用指示器 20 來評估所關注室內環境中的 $PM_{2.5}$ 等級，並且一般需要使指示器 20 與室內環境中或通往室內環境的主動氣流源之表面相關聯。在評估週期開始時，第一空氣過濾介質 24 及第二空氣過濾介質 26 具有相似或甚至相同的視覺外觀，如上所述。在評估週期結束時（或在評估時段期間定期地），例如一天、一週或一個月之後，目視檢查指示器 20。在所關注環境內或往所關注環境的氣流之微粒等級升高之情況下，第一空氣過濾介質 24 與第二空氣過濾介質 26 在視覺上看起來相異或不同（例如，第一空氣過濾介質 24 將變深色或看起來比第二空氣過濾介質 26 「更髒」）。視覺外觀上的差異可讓觀察者輕易知曉高 $PM_{2.5}$ 等級。在某些實施例中，框架 22

(或指示器 20 的其他組件) 可包括或攜帶指標 (文字、符號、圖示、圖片等等), 其促進觀察者瞭解兩個介質 24、26 之間外觀上任何視覺可分辨差異之含意 (例如, 告知若第一介質 24 變深色且第二過濾介質 26 較白時, 則存在高微粒等級之說明)。在某些實施例中, 指示器 20 不提供任何 $PM_{2.5}$ 數據或值, 否則可能會混淆未經過訓練的觀察者 (並且可能會增加指示器 20 的整體成本)。在其他實施例中, 指示器 20 可經組態以顯示某些 $PM_{2.5}$ 數據或資訊。

【0032】 通過指示器 20 的主動氣流對於要在較短時間內 (例如 1 至 10 天) 產生有意義結果可為重要的。在某些實施例中, 所關注環境內或往所關注環境的主動氣流源為環境氣流管理系統的通常組件, 例如空氣清淨機進風口或過濾器上游側、HVAC 過濾器 (上游或下游側)、可攜式風扇、室內或可攜式空氣調節器、HVAC 系統的供應或回流管道等等。在所選擇的主動氣流源或通風裝置通常於依需求模式 (on-demand mode) 下操作之情境中, 可使指示器 20 暴露於定期氣流下, 或可指示或鼓勵使用者以連續操作方式, 在指示週期期間運作通風裝置。藉由一項非限制實例, 圖 2 示意地繪示所關注室內環境 40, 其形式為具有部分由一習用格柵 44 覆蓋之一供氣管道 42 的房間。指示器 20 經組裝至格柵 44 的一面。如所示, 指示器 20 僅覆蓋建立於格柵 44 上或由格柵 44 建立的主動氣流表面之一小部分 (或所關注環境內其他主動氣流表面)。因此, 指示器 20 充當成空氣流過整個通風表面 (即, 格柵 44) 的障壁。但是, 主動氣流表面 (例如, 格柵 44) 上的氣流由於其低 (視需要極低) 壓力降特性係通過第一空氣過濾介質

24 及第二空氣過濾介質 26 而發生（即，但針對低（視需要極低）壓力降特徵，主動氣流表面上的氣流將優先發生於指示器 20 四周，因此限制了指示器 20 在取樣或指示氣流中微粒等級時的整體效率）。

【0033】 可依多種方式將指示器 20 組裝至所關注環境內的該（等）主動氣流表面。例如，在某些實施例中，指示器 20 包括適合安裝至預期位在所關注室內的主動氣流表面的一或多個組件。該（等）附接組件可組裝至框架 22 或者框架 22 可配備該（等）附接組件。例如，指示器 20 可帶有一或多個磁鐵，其用磁力將指示器 20 附接至許多室內空間中常有的金屬型主動氣流表面之一者（例如，覆蓋 HVAC 壁或地板管道的金屬護柵或格柵）。其他附接組件包括（但不限於）機械連接器（例如，鉤子）、束帶、Velcro、壓敏黏著劑、雙面膠帶、黏可拆雙面膠條(stretch release adhesive strip)等等，在此僅舉幾例。

【0034】 在又其他實施例中，指示器 20 可經組態以與主動通風表面串接。也就是說，根據本揭露原理的空氣品質指示器可包括與通常在許多所關注室內環境內運用的一主動通風表面相結合（例如，預組裝至其上）之上文描述指示器。例如，上文描述之指示器可預先安裝至一空氣管道格柵或護柵，並且使用指示器格柵或護柵當成所關注環境內現有格柵或護柵的暫時代替品。在又另一實例中並且參閱圖 3，根據本揭露的一空氣品質指示器系統 50 可包括指示器 20 以及一 HVAC 過濾器 52。指示器 20 可採取上文描述之任何形式。HVAC 過濾器 52 可為任何一種習用 HVAC 過濾器（且具有任何習用大小），例如任何已知或未來開發的低效率空氣過濾器（例如不帶電的過濾介

質)。指示器 20 僅佔用 HVAC 過濾器 52 的小部份表面積，並且可永久組裝至 HVAC 過濾器 52 之所欲「下游」側。在使用期間，使用與不包括指示器 20 的 HVAC 過濾器 52 相同的方式，將系統 50 安裝至所關注環境內所關連的 HVAC 結構。在 HVAC 結構的運作週期之後（例如，數日、數週或甚至數月），移除系統 50 並且目視檢查指示器 20。在第一空氣過濾介質 24 已變成視覺上相異於第二空氣過濾介質 26 的情況下（例如，第一空氣過濾介質 24 視覺上看起來比第二空氣過濾介質 26 還要深色或「更髒」），觀察者將輕易瞭解到在所關注環境內的氣流已具有升高的微粒等級。

【0035】 在又其他實施例中，本揭露的空氣品質指示器可包括或配備獨立的主動氣流源。例如，圖 4 示意地繪示根據本揭露原理的另一實施例空氣品質指示器系統 60，並且包括已組裝至一通風裝置 62 的指示器 20。通風裝置 62 可採取多種形式，並且在某些實施例中為一風扇 64 或包括一風扇 64。系統 60 係高度可攜的，並且可用各種方式供電給通風裝置 62（例如，通風裝置 62 可帶有電源（例如，電池），或可經組態以電連接至一習用電插座）。不論如何，指示器 20 經安裝至裝置 62 的一主動氣流表面 66，並且可藉由將系統 60 簡單地定位在所關注室內，並且在評估週期期間（例如，數天、或數週或數月）運作通風裝置 62，而使用指示器 20 來提供上文描述之所關注室內微粒的總體評估。選擇性地併入專用通風裝置 62 可允許調整指示器 20 之大小與形狀，以便實質上或完全地覆蓋主動氣流表面 66。

【0036】 請回到圖 1，在某些實施例中，當本揭露的空氣品質指示器經部署於已經處理以移除大粒子的主動氣流內（例如，已通過低效率過濾器的氣流），可提供更有意義的評估資訊。將瞭解，在某些實施例中，兩個空氣過濾介質 24、26 將輕易捕捉大粒子；因此，若在與空氣品質指示器互動之前未從待評估氣流當中實質上移除大粒子，大粒子會累積在兩個空氣過濾介質 24、26 內，隨時間經過可能會讓介質 24、26 有相似變色（例如，雖然第一空氣過濾介質 24 會捕捉大量微粒而第二空氣過濾介質 26 不會捕捉大量微粒，但是由於大粒子的關係，第二空氣過濾介質 26 的視覺外觀仍會改變，且視覺上可能不會明顯相異於不存在大粒子之第一空氣過濾介質 24）。因此，在本揭露的某些實施例中，指示使用者將指示器 20 部署在一氣流過濾系統下游處的一主動氣流位置上。在其他實施例中，並且參閱圖 5，根據本揭露原理的另一空氣品質指示器系統 70 包括空氣品質指示器 20 以及一篩網 72，或組裝至框架 22 的其他大粒子過濾器。篩網 72 經組態以捕捉通過系統 70 的氣流內大量的大粒子（例如，動物毛髮、棉絮等等）。在使用期間，指示使用者將系統 70 定位在主動氣流表面上，使得篩網 72 位於過濾介質 24、26 的上游（圖 1）。在評估週期期間，大粒子將收集在篩網 72 上，並且將不會明顯地影響過濾介質 24、26，以使得第一過濾介質 24 及第二過濾介質 26 上視覺外觀的變化（若有的話）主要來自於微粒。

實例

實例 1

【0037】 使用可購自 3M Company 之商標名為 Filtrete 1900 的高效率過濾器之空氣過濾介質，製備一系列空氣品質指示器。如圖 6 中所示，將具 3.75 吋 × 3.75 吋開放尺寸的並排介質樣品附接至一卡紙板周長框架。如圖 6 中所標示，第一介質 80 為高效率 Filtrete 1900 材料，而第二介質 82 為以異丙醇飽和然後乾燥以便在安裝至該框架之前移除任何靜電荷的 Filtrete 1900 材料。第一介質 80（即，Filtrete 1900 材料）未改變。

【0038】 在三個位置處，使用實例 1 的空氣品質指示器樣品來執行空氣品質評估。1)在進入建築物 HVAC 系統（位於 St. Paul, MN）的室外進氣口上（因此，拉進 100%室外空氣），為期 14 天。使用經認可的微粒測量設備，在評估週期期間，平均室外微粒等級經測量為 $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。2)在上文 1)的建築物中房間內之室內空氣回流口上，評估週期為 14 天。此組態使指示器暴露於 100%室內空氣下，這些空氣在進入建築物之前已經過一系列高效率商用 HVAC 過濾器之過濾。在評估週期期間的平均室外微粒等級經估計為 $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。請注意，室內 $\text{PM}_{2.5}$ 等級可能低於室外 $\text{PM}_{2.5}$ 等級，若 $\text{PM}_{2.5}$ 為一室外來源，並且建築物 HVAC 進氣已經過高等級過濾。3)在 St. Paul, MN 住宅的家用 HVAC 過濾器上游側上，於夏天進行為期 14 天的評估週期。除了依照冷卻需要而被要求以外，家用 HVAC 系統會持續以低速運轉。在評估週期期間的平均室外微粒等級經估計為 $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。請注意，室內 $\text{PM}_{2.5}$ 等級可能低於室外 $\text{PM}_{2.5}$ 等級，若 $\text{PM}_{2.5}$ 為室外來源，並且家用 HVAC 具有

最少的室外組成空氣，並且包括較高等級的過濾（透過可購自 St. Paul, MN 之 3M Company 商標名為 1000 MPR 的過濾器）。

【0039】 圖 7 為實例 1 的指示器在其各別環境內經過大約兩週評估週期之後之照片，並包括用於參照的一乾淨之控制組指示器之照片。在每一次評估中，第一介質 80 皆展現出比經放電的第二介質 82 更顯著的顏色變化。暴露於室外區域（即，位置 1）的指示器展現出最大的顏色異樣，可能是歸因於暴露於最大量的微粒濃度下。

實例 2

【0040】 使用兩種不同的介質類型來製備一系列空氣品質指示器，如圖 8 中所示。一第一介質 100 為可購自 St. Paul, MN 之 3M Company 商標名為 Filtrete 1200 的帶靜電過濾介質。一第二介質 102 為相同的 Filtrete 1200 介質，但其經過異丙醇飽和而放電。一第三介質 104 由可購自 Ahlstrom 之商標名為 Model T817 的不帶電短纖維織物(staple fiber web)組成。介質 100 至 104 的尺寸為約 2 吋 × 3 吋，並且附接至卡紙板周長框架。

【0041】 在四個位置處，使用實例 2 的空氣品質指示器樣品來執行空氣品質評估。1)在進入建築物 HVAC 系統（位於 St. Paul, MN）的室外進氣口上（因此，拉進 100%室外空氣），為期 13 天。使用經認可的微粒測量設備，在評估週期期間，平均室外微粒等級經測量為 $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。2)在上文 1)的建築物中房間內之室內空氣回流口上，評估週期為 13 天。此組態使指示器暴露於 100%室內空氣下，這些空氣在進

入建築物之前已經過一系列高效率商用 HVAC 過濾器之過濾。在評估週期期間的平均室外微粒等級經估計為 $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。請注意，室內 $\text{PM}_{2.5}$ 等級可能低於室外 $\text{PM}_{2.5}$ 等級，若 $\text{PM}_{2.5}$ 為室外來源，並且建築物 HVAC 進氣已經過高等級過濾。3) 在 St. Paul, MN 住宅的家用 HVAC 過濾器上游側上，於夏天進行為期 13 天的評估週期。除了依照冷卻需要而被要求以外，住宅 HVAC 系統會持續以低速運轉。在評估週期期間的平均室外微粒等級經估計為 $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。請注意，室內 $\text{PM}_{2.5}$ 等級可能低於室外 $\text{PM}_{2.5}$ 等級，若 $\text{PM}_{2.5}$ 為室外來源，並且家用 HVAC 具有最少的室外組成空氣，並且包括較高等級的過濾（透過可購自 St. Paul, MN 之 3M Company 商標名為 1000 MPR 的過濾器）。4) 在經提供當成家用空氣清淨機一部分的空氣過濾器上游側上。空氣過濾器可購自 St. Paul, MN 之 3M Company，商標名為 FAP02。在密閉的房間內，空氣清淨機僅在夜間（大約每晚 11 小時）高速運轉，持續 13 天。在評估週期期間的平均室外微粒等級經估計為 $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

【0042】 圖 9 提供實例 2 的指示器在其各別環境內經過大約兩週評估週期之後之照片，連同用於參照的一乾淨之控制組指示器之照片。建築物的兩個位置（即位置 1) 及 2)）都展現出最大的顏色變化，而該等住宅位置（即位置 3) 及 4)）則展現出較少的總顏色變化。在任何這些案例中，帶靜電介質（即，第一介質 100）比起不帶電介質（即，第二介質 102 及第三介質 104）展現出更大的顏色變化。在家用空氣清淨機案例中（即位置 4)）的指示器在所有三個介質 100 至 104 中展現出極微的顏色變化。

實例 3

【0043】 製備與實例 2 相同的指示器，並且在中國上海的兩處位置接受空氣品質評估。1)在建築物之分離式空調系統的進氣口上，為期 7 天。使用經認可的微粒測量設備，在評估週期期間，該平均微粒等級經測量為 $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。2)在上文 1)的建築物中 HVAC 室內空氣回流口上，評估週期為 7 天。

【0044】 圖 10 提供實例 3 的該等指示器經過大約七天評估週期之後之照片，連同用於參照的一乾淨之控制組指示器之照片。暴露七天並非連續七天，而是錯開的，以便維持顏色變化的一完整目視記錄。兩個樣品都展現出顯著的顏色變化，其中在 HVAC 位置上（即位置 2)）展現的顏色變化稍大於在分離式 AC 位置上的顏色變化。在每一評估案例中，帶靜電織物（即，第一過濾介質 100）展現出的顏色變化比不帶電介質（即，第二介質 102 及第三介質 104）的顏色變化更明顯，肉眼即可輕易觀察出顏色變化之差異。經放電之介質（即，第二介質 102）展現出輕微的顏色變化，並且不帶電之介質（第三介質 104）在兩處位置上皆展現出極微的顏色變化。

【0045】 該等空氣品質指示器、系統以及相關使用方法皆提供比先前設計更明顯的改善。空氣品質指示器並不昂貴、容易使用並且將有意義的微粒等級相關資訊提供給未經過訓練的使用者。藉由將高效率（例如，高度帶靜電）與低效率（例如不帶電或稍微帶電）介質組合至一指示器，可使一指示器具備兩個平行的承載表面，這兩個表面

最初看起來相似（或相同），但是在暴露於污染空氣之下會以不同速率變色。因此，指示器可提供有關所取樣位置處空氣品質之資訊。

【0046】 雖然已經參照較佳實施例來說明本揭露，但是所屬技術領域中具有通常知識者將瞭解，在不背離本揭露之精神與範疇之下，可對形式與細節進行改變。例如，雖然已經描述空氣品質指示器包括一高效率空氣過濾介質及一低效率空氣過濾介質，但在其他實施例中，指示器可包括兩個（或更多個）高效率空氣過濾介質及/或兩個（或更多個）低效率空氣過濾介質。

【符號說明】

【0047】

20 空氣品質指示器

20'指示器

22 框架

22'框架

24 第一空氣過濾介質

26 第二空氣過濾介質

28 窗口

30 窗口

32 前面板

34 側面板

36 頂端面板

38 入口

- 40 室內環境
- 42 供氣管道
- 44 格柵
- 50 空氣品質指示器系統
- 52 HVAC 過濾器
- 60 空氣品質指示器系統
- 62 通風裝置
- 64 風扇
- 66 主動氣流表面
- 70 空氣品質指示器系統
- 72 篩網
- 80 第一過濾介質
- 82 第二過濾介質
- 100 第一過濾介質
- 102 第二過濾介質
- 104 第三過濾介質

I636820

發明摘要

※ 申請案號：103143946

※ 申請日：103/12/16 ※IPC 分類：B01D 35/143 (2006.01)

【發明名稱】 空氣品質指示器

AIR QUALITY INDICATOR

【中文】

本發明揭示一種用於指示所關注環境內高微粒等級之空氣品質指示器。該指示器包括保持第一及第二空氣過濾介質的一框架。該第一空氣過濾介質與該第二空氣過濾介質至少在承受含有微粒的氣流時之視覺外觀（例如，顏色）改變上有所不同。

【英文】

An air quality indicator for indicating high fine particle levels in an environment of interest. The indicator includes a frame maintaining first and second air filter media. The first air filter medium differs from the second air filter medium at least in terms of a change in visual appearance (e.g., color) when subjected to air flow containing fine particles.

圖式

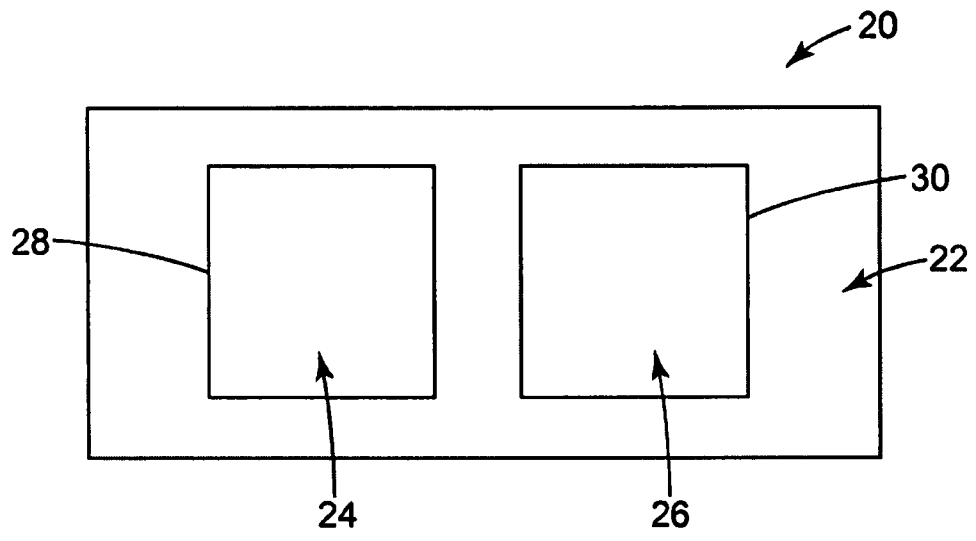


圖1

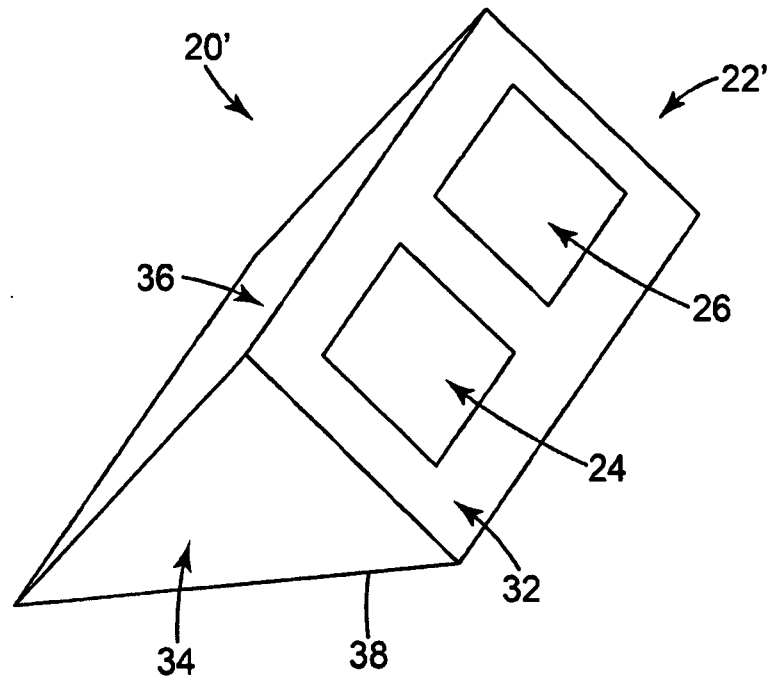


圖1A

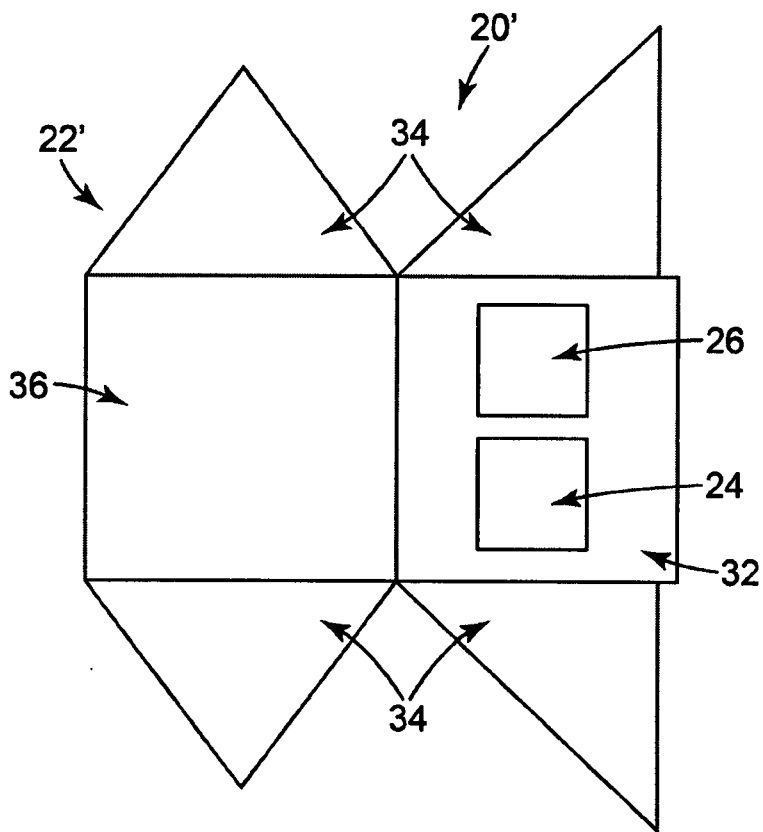


圖1B

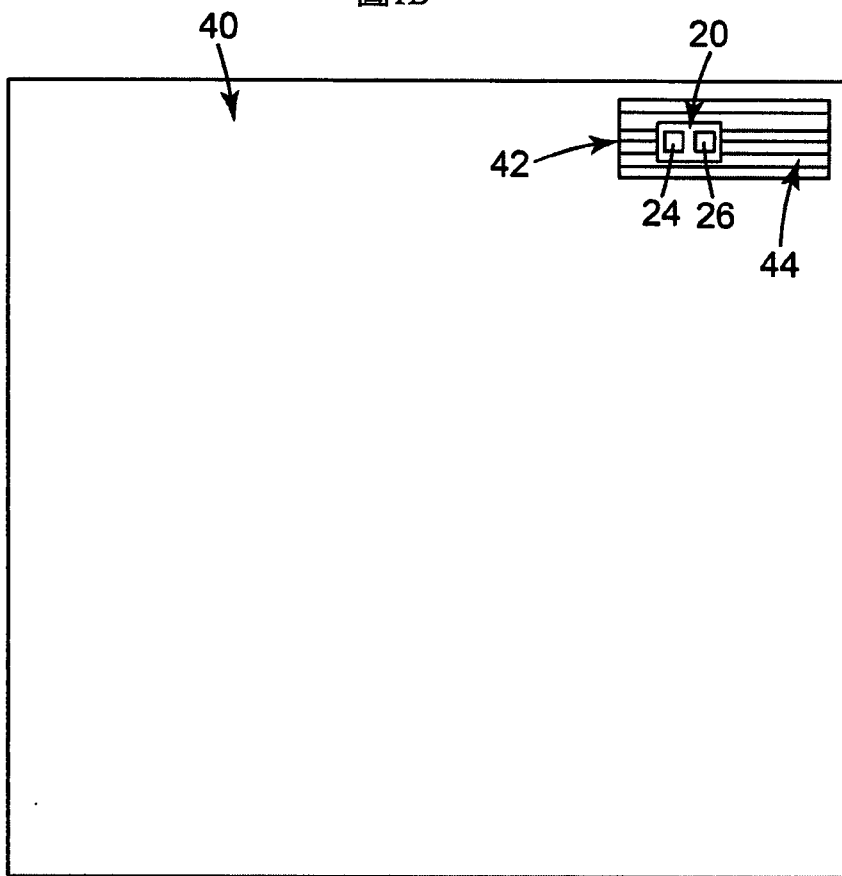


圖2

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 1A。

【本代表圖之符號簡單說明】：

20'指示器

22'框架

24 第一空氣過濾介質

26 第二空氣過濾介質

32 前面板

34 側面板

36 頂端面板

38 入口

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

申請專利範圍

1. 一種用於提供空氣中高微粒等級之一指示的空氣品質指示器，該指示器包含：
 - 一框架，其界定第一及第二窗口；
 - 一第一空氣過濾介質，其包括一駐極體非織造織物並且經組裝在該第一窗口內；
 - 一第二空氣過濾介質，其包括一不帶電非織造織物並且經組裝在該第二窗口內；其中該第一空氣過濾介質經組態以在高微粒等級氣流存在下具有一視覺外觀變化速率，該視覺外觀變化速率大於在高微粒等級氣流存在下該第二空氣過濾介質的一視覺外觀變化速率。
2. 如請求項1之指示器，其中該等空氣過濾介質經組態以在暴露於含一高微粒等級之氣流之前，具有一實質上相似的外觀。
3. 如請求項1之指示器，其中該等空氣過濾介質之大小與形狀實質上相同。
4. 如請求項1之指示器，其中該框架具有不大於6吋之一長度以及不大於3吋之一寬度。
5. 一種用於提供空氣中高微粒等級之一指示的空氣品質指示器系統，該系統包含：
 - 如請求項1之指示器；以及
 - 一大粒子過濾器，其界定一上游側與一下游側；其中該指示器經安裝至該大粒子過濾器的該下游側。
6. 一種指示空氣中高微粒等級存在之方法，該方法包含：
 - 提供一指示器，其包括：
 - 一框架，其界定第一及第二窗口；

一第一空氣過濾介質，其包括一駐極體非織造織物並且經組裝在該第一窗口內；

一第二空氣過濾介質，其包括一不帶電非織造織物並且經組裝在該第二窗口內；

其中該第一空氣過濾介質經組態以在高微粒等級氣流存在下具有一視覺外觀變化速率，該視覺外觀變化速率大於在高微粒等級氣流存在下該第二空氣過濾介質的一視覺外觀變化速率；

將該指示器安裝至一主動氣流源的一主動氣流表面；

運作該主動氣流源，以將氣流引導通過該第一空氣過濾介質及該第二空氣過濾介質；以及

在運作該主動氣流源的該步驟後，在視覺上比較該第一空氣過濾介質之一外觀與該第二空氣過濾介質之一外觀。