

(21) 申請案號：107133520

(22) 申請日：中華民國 107 (2018) 年 09 月 21 日

(51) Int. Cl. : **B01D39/16 (2006.01)**

(30) 優先權：2017/09/22 日本 2017-182774

(71) 申請人：日商日東電工股份有限公司 (日本) NITTO DENKO CORPORATION (JP)
日本(72) 發明人：堀江百合 HORIE, YURI (JP)；森將明 MORI, MASA AKI (JP)；有満幸生
ARIMITSU, YUKIO (JP)

(74) 代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：8 項 圖式數：7 共 47 頁

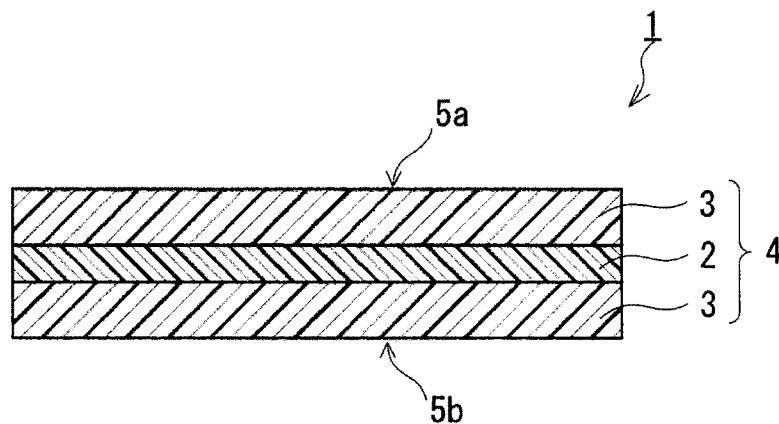
(54) 名稱

空氣過濾器濾材、過濾器褶襴組及空氣過濾器單元

(57) 摘要

本發明之空氣過濾器濾材係包含聚四氟乙烯 (PTFE) 多孔膜與透氣性支持材之積層體者，且於將上述濾材在厚度方向上壓縮時，該濾材所產生之反彈力於 30% 之壓縮率下為 30 kPa 以上且 150 kPa 以下，至少一個主面包含透氣性支持材，且具有 24 gf 以下之最大摩擦係數。本發明之空氣過濾器濾材係使用 PTFE 多孔膜且由褶襴加工所致之捕獲效率之降低得到抑制之空氣過濾器濾材。

指定代表圖：



【圖1】

符號簡單說明：

1 . . . 空氣過濾器濾材

2 . . . PTFE 多孔膜

3 . . . 透氣性支持材

4 . . . 積層體

5a . . . 主面

5b . . . 主面

【發明說明書】

【中文發明名稱】

空氣過濾器濾材、過濾器褶襴組及空氣過濾器單元

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種使用聚四氟乙烯多孔膜之空氣過濾器濾材、具備該濾材之過濾器褶襴組及空氣過濾器單元。

【先前技術】

【0002】 近年來，對空氣過濾器濾材、尤其是半導體工業及化學品工業等中利用之無塵室之空氣過濾器中所使用之濾材使用聚四氟乙烯(以下記載為「PTFE」)多孔膜。使用PTFE多孔膜之空氣過濾器濾材與使用玻璃纖維之濾材相比，具有自發塵性較低且耐化學品性較高等優勢。又，於製成ULPA過濾器(Ultra Low Penetration Air Filter，超低穿透空氣過濾器)時，使用PTFE多孔膜之空氣過濾器濾材與使用玻璃纖維之濾材相比能夠以相同之捕獲效率達成 $2/3 \sim 1/2$ 左右之較低之壓力損失。於專利文獻1、2中揭示有使用PTFE多孔膜之空氣過濾器濾材及其製造方法。

先前技術文獻

專利文獻

【0003】 專利文獻1：日本專利特開2001-170461號公報

專利文獻2：日本專利特開2002-66226號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

【0004】 於空氣過濾器濾材中，PTFE多孔膜通常與具有透氣性之支持材(透氣性支持材)積層，以加強該膜而維持作為濾材之形狀。又，空

氣過濾器濾材通常係藉由折褶加工(褶襞加工)以自側面觀察成為連續之W字狀之方式摺疊，以確保儘可能大之過濾面積。經褶襞加工之空氣過濾器濾材(以下，依照業者慣用之名稱記載為「過濾器褶襞組」)以組裝於框體之狀態用作空氣過濾器單元。

【0005】 PTFE多孔膜係非常薄之膜。因此，即便與透氣性支持材積層，亦有因褶襞加工時施加至該膜之壓縮力或者剪切力而產生針孔之情況。產生針孔之空氣過濾器濾材因洩漏而不滿足特定之性能。就具有針孔之濾材而言，典型地捕獲效率降低。捕獲效率降低之空氣過濾器濾材不適合用於無塵室。

【0006】 藉由採用往復式褶襞加工機，可抑制褶襞加工時於PTFE多孔膜產生針孔。但，有即便藉由採用該加工機仍然產生針孔之情況。又，根據本發明者等人之研究，發現即便於不會導致產生針孔之情形時，於褶襞加工後濾材之捕獲效率亦降低之現象。於專利文獻1、2中，關於該現象及其解決未作任何記載。

【0007】 本發明之目的在於提供一種使用PTFE多孔膜且由褶襞加工所致之捕獲效率之降低得到抑制的空氣過濾器濾材。

[解決問題之技術手段]

【0008】 本發明提供一種空氣過濾器濾材，

其係包含PTFE多孔膜與透氣性支持材之積層體者，且

於將上述濾材在厚度方向上壓縮時，該濾材所產生之反彈力於30%之壓縮率下為30 kPa以上且150 kPa以下，

至少一個主面包含上述透氣性支持材，且具有24 gf以下之最大摩擦係數。

【0009】於另一態樣中，本發明提供一種過濾器褶襞組，其係包含呈褶襞狀摺疊而成之空氣過濾器濾材者，且上述空氣過濾器濾材為本發明之空氣過濾器濾材。

【0010】於又一態樣中，本發明提供一種空氣過濾器單元，其具備上述本發明之過濾器褶襞組、及支持上述過濾器褶襞組之框體。

[發明之效果]

【0011】就本發明之空氣過濾器濾材而言，於將濾材在厚度方向上壓縮時，該濾材所產生之反彈力於30%之壓縮率(朝壓縮軸方向之變形率)下為30 kPa以上且150 kPa以下。就先前之空氣過濾器濾材而言，30%之壓縮率下之上述反彈力(以下記載為「30%壓縮反彈力」)顯示更大之值。此處，於褶襞加工中，空氣過濾器濾材由褶襞加工機之構件在厚度方向上壓縮，此時朝該方向之壓縮率通常成為30%左右。即，於本發明之空氣過濾器濾材中30%壓縮反彈力處於上述範圍意味著該濾材與先前之空氣過濾器濾材相比，於褶襞加工時在厚度方向上具有較高之緩衝性(於厚度方向上較柔軟)。

【0012】除此以外，於本發明之空氣過濾器濾材中，至少一個主面(露出面)包含透氣性支持材，並且具有24 gf以下之最大摩擦係數。藉由至少一個主面包含透氣性支持材，可使褶襞加工機之構件於褶襞加工時與透氣性支持材接觸而並非與PTFE多孔膜接觸。又，藉由包含透氣性支持材之上述至少一個主面具有24 gf以下之最大摩擦係數，例如可使壓抵於上述至少一個主面之褶襞加工機之刀片更順暢地於該主面上滑動。

【0013】作為空氣過濾器濾材之褶襞加工機，以往復式及旋轉式之

加工機為代表。於使用往復式加工機之褶襞加工中，加工機之刀片壓抵於濾材之表面並於該表面上滑動，此時，對經壓縮之濾材施加較強之剪切力。又，於使用旋轉式加工機之褶襞加工中，藉由將濾材送入至輥起動機構時之夾持，對經壓縮之濾材施加較強之剪切力。對經壓縮之濾材施加較強之剪切力對於其他方式之加工機亦相同。就本發明之空氣過濾器濾材而言，藉由上述厚度方向之較高之緩衝性、及能夠供接觸之褶襞加工機之構件更順暢地移動之表面之最大摩擦係數，於褶襞加工時施加至濾材之剪切力被分散及緩和，可抑制由構成透氣性支持材之纖維向PTFE多孔膜刺入等所致之針孔之產生、以及影響作為濾材之捕獲效率之PTFE多孔膜之孔隙的形狀變化及分佈變動等。藉此，可達成使用PTFE多孔膜且由褶襞加工所致之捕獲效率之降低得到抑制之空氣過濾器濾材。

【圖式簡單說明】

【0014】 圖1係模式性地表示本發明之空氣過濾器濾材之一例之剖視圖。

圖2係模式性地表示本發明之空氣過濾器濾材之另一例之剖視圖。

圖3係表示製造本發明之空氣過濾器濾材之方法之一例的模式圖。

圖4係用以說明搬送體相對於輥之包角 θ 之模式圖。

圖5係表示製造本發明之空氣過濾器濾材之方法之另一例的模式圖。

圖6係模式性地表示本發明之過濾器褶襞組之一例之立體圖。

圖7係模式性地表示本發明之空氣過濾器單元之一例之立體圖。

【實施方式】

【0015】 以下，一面參照圖式，一面對本發明之實施形態進行說明。本發明並不限定於以下所示之實施形態。

【0016】 [空氣過濾器濾材]

將本發明之空氣過濾器濾材之一例示於圖1中。圖1之空氣過濾器濾材1包含1層PTFE多孔膜2與2層透氣支持材3之積層體4。2層透氣性支持材3夾持PTFE多孔膜2。PTFE多孔膜2與各透氣性支持材3相互相接。於空氣過濾器濾材1中，PTFE多孔膜2具有將捕獲對象物捕獲之功能。捕獲對象物例如為空氣中之灰塵。透氣性支持材3具有加強PTFE多孔膜2而維持作為空氣過濾器濾材1之形狀之功能。透氣性支持材3亦可進而具有作為捕獲大小相對較大之捕獲對象物之預濾器之功能。又，藉由透氣性支持材3對空氣過濾器濾材1賦予褶襞加工所需之塑性。

【0017】 空氣過濾器濾材1之30%壓縮反彈力為30 kPa以上且150 kPa以下。30%壓縮反彈力之上限亦可為140 kPa以下、135 kPa以下、130 kPa以下、120 kPa以下、110 kPa以下、100 kPa以下、進而90 kPa以下。若30%壓縮反彈力過小，則空氣過濾器濾材1難以具有褶襞加工所需之塑性。因此，將30%壓縮反彈力之下限規定為30 kPa。

【0018】 空氣過濾器濾材1之30%壓縮反彈力能以如下方式進行測定。將成為評估對象之濾材切出一邊為25 mm之正方形，將切出之濾材以各濾材之外周對齊之方式重疊10~20片。重疊之片數可根據濾材之厚度加以選擇。其次，於重疊之濾材之最上表面，緩慢地載置以底面為壓縮面之重量為12 g之圓柱狀之壓縮件(直徑20 mm)。壓縮件係以壓縮面不自重疊之濾材之最上表面伸出之方式載置，以便避開濾材之重疊狀態容易變得不均勻而測定值容易產生誤差之濾材之外周部。其次，使用壓縮試驗機(作為一例為島津製作所製造之AUTOGRAPH)，一面對壓縮件朝濾材之厚度方向施加壓縮載荷將濾材壓縮，一面測定壓縮件因該壓縮而自濾材受到

之應力作為濾材之反彈力。壓縮速度係設為0.5 mm/分。可不考慮壓縮件之質量而將對濾材之最上表面施加0.1 N之載荷之時間點之壓縮件的位置設為基準位置，將以重疊之濾材整體之厚度 d_0 之30%之距離將壓縮件壓入至濾材時所測定之濾材之反彈力設為30%壓縮反彈力。再者，處於組裝於空氣過濾器單元之狀態或者過濾器褶襞組之狀態等處於已褶襞加工之狀態之空氣過濾器濾材1之30%壓縮反彈力之測定較理想為對自中央部切出之濾材實施，而並非對其端部、例如過濾器褶襞組之周緣部實施。其原因在於：就自端部切出之濾材而言，由於較強地受到褶襞加工時及/或空氣過濾器單元製作時之影響，故而30%壓縮反彈力有可能變動。

【0019】 於圖1所示之空氣過濾器濾材1中，兩個主面(露出面)5a、5b包含透氣性支持材3。選自主面5a及主面5b中之至少一者、較佳為兩者具有24 gf以下之最大摩擦係數。最大摩擦係數亦可為23 gf以下、進而20 gf以下。最大摩擦係數之下限例如為2 gf。就最大摩擦係數處於該等範圍之空氣過濾器濾材1之主面而言，例如褶襞加工機之刀片於該主面上滑動時之摩擦阻力較小，因此，可抑制因與滑動之刀片摩擦而經由透氣性支持材3施加至PTFE多孔膜2之剪切力。再者，就本發明之空氣過濾器濾材而言，只要至少一個主面包含透氣性支持材3，且該主面具有24 gf以下之最大摩擦係數便可。於褶襞加工時，將褶襞加工機之刀片壓抵於該主面，藉此達成本發明之效果。為了更確實地獲得本發明之效果，較佳為濾材之兩個主面包含透氣性支持材3，且該兩個主面具有24 gf以下之最大摩擦係數。

【0020】 空氣過濾器濾材1之主面之最大摩擦係數可藉由使用Bowden-Leben型摩擦試驗機且基於以下條件之Bowden-Leben摩擦試驗法

進行測定。再者，所謂最大摩擦係數係指藉由上述試驗法所測定之摩擦係數(包含靜摩擦係數及動摩擦係數之任一者)之最大值。

- 濾材(試驗片)之形狀：5 cm×10 cm之矩形
- 測定子：日本工業標準(以下，記載為「JIS(Japanese Industrial Standards，日本工業標準)」)B1501：2009中規定之直徑10 mm之鋼球
- 測定子之滑動方向：矩形之試驗片之長邊方向
- 測定子之滑動速度：700 mm/分
- 測定子之滑動距離：40 mm
- 測定載荷：100 gf

【0021】關於空氣過濾器濾材1，藉由上述厚度方向之較高之緩衝性、及能夠供接觸之褶襞加工機之構件更順暢地移動之表面之最大摩擦係數，於褶襞加工時施加至空氣過濾器濾材1之剪切力(包含因夾持(nip)而施加至濾材1之力)被緩和及分散。藉此，可達成使用PTFE多孔膜2且由褶襞加工所致之捕獲效率之降低得到抑制之空氣過濾器濾材。再者，空氣過濾器濾材1中得到抑制之捕獲效率之降低不僅包含因褶襞加工而產生於PTFE多孔膜之針孔所引起之捕獲效率之降低，亦包含於不會導致產生針孔之情形時亦可能發生之捕獲效率之降低。

【0022】於專利文獻1中，為了以使用熱輥(heat roll)之PTFE多孔膜與透氣性支持材之熱層壓為前提，獲得壓力損失較小且捕獲效率較高之空氣過濾器濾材，採用具有較高之面密度之透氣性支持材。藉由採用具有較高之面密度之透氣性支持材，空氣過濾器濾材之面密度亦變高。但，並非僅因空氣過濾器濾材之面密度較高才能使褶襞加工時施加至該濾材之壓力緩和及分散。就本發明之空氣過濾器濾材而言，即便於該濾材之面密度較

低之情形時，亦可抑制由褶襞加工所致之捕獲效率之降低。此意味著於本發明之空氣過濾器濾材中可採用面密度較低之透氣性支持材。因此，就本發明之空氣過濾器濾材而言，能以更高之水平兼顧較高之捕獲效率與較低之壓力損失，並且可減少濾材之製造成本。

【0023】 空氣過濾器濾材1之面密度例如為 55 g/m^2 以上且 95 g/m^2 以下。空氣過濾器濾材1之面密度之上限亦可為 80 g/m^2 以下、未達 80 g/m^2 、 75 g/m^2 以下、進而 70 g/m^2 以下。空氣過濾器濾材1之面密度亦可為 55 g/m^2 以上且 75 g/m^2 以下。就空氣過濾器濾材1而言，於該濾材具有該等面密度之情形時，亦可抑制由褶襞加工所致之捕獲效率之降低。

【0024】 空氣過濾器濾材1例如具有以下所示之特性。

【0025】 空氣過濾器濾材1之PF(Performance Factor，性能因數)值例如為23以上，根據空氣過濾器濾材1之構成，亦可為25以上、27以上、進而30以上。PF值係成為空氣過濾器濾材之捕獲性能之指標之數值，PF值越大則空氣過濾器濾材1之捕獲性能越高。PF值為23以上之空氣過濾器濾材1可用於半導體工業、化學品工業等之無塵室中所使用之空氣過濾器之濾材。

【0026】 PF值係根據 5.3 cm/秒 之透過流速(透過氣體為空氣)下之濾材之壓力損失PL(單位： mmH_2O)、及於 5.3 cm/秒 之透過流速(透過氣體為空氣)下使用粒徑 $0.10 \sim 0.20 \text{ }\mu\text{m}$ 之聚 α -烯烴粒子所測定出之濾材之捕獲效率CE(單位： $\%$)，利用以下之式(1)求出之值。

$$\text{PF值} = \{-\log[(100 - \text{CE})/100]/\text{PL}\} \times 100 \quad (1)$$

【0027】 空氣過濾器濾材1之壓力損失PL例如為 $10 \sim 400 \text{ Pa}$ ，根據空氣過濾器濾材1之構成，亦可為 $100 \sim 400 \text{ Pa}$ 、進而 $150 \sim 350 \text{ Pa}$ 。

【0028】空氣過濾器濾材1之壓力損失PL能以如下方式進行測定。於具有透氣口(圓形且有效面積 100 cm^2)之固持器，以評價對象物堵住透氣口之方式設置評估對象物即濾材。其次，於空氣僅能夠透過透氣口內之評估對象物之狀態下，使固持器之一面與另一面之間產生壓力差。繼而，利用流量計測定透過評估對象物之空氣之線流速並藉由壓力計(測壓計)測定成為 5.3 cm/秒 時之上述壓力差。可針對1個評估對象物將上述壓力差測定8次，將其平均值設為評估對象物即空氣過濾器濾材1之壓力損失PL。

【0029】空氣過濾器濾材1之捕獲效率CE例如為 $20\sim 100\%$ ，根據空氣過濾器濾材1之構成，亦可為 $90\sim 100\%$ 、進而 $99.9\sim 100\%$ 。空氣過濾器濾材1可為JIS Z8122：2000中規定之HEPA過濾器(High-Efficiency Particulate Air Filter，高效率粒子空氣過濾器)，亦可為ULPA過濾器。

【0030】空氣過濾器濾材1之捕獲效率CE能以如下方式進行測定。於具有透氣口(圓形且有效面積 100 cm^2)之固持器，以評估對象物堵住透氣口之方式設置評估對象物即濾材。其次，於空氣僅能夠透過透氣口內之評估對象物之狀態下，使固持器之一面與另一面之間產生壓力差。其次，利用流量計測定透過評估對象物之空氣之線流速並以保持 5.3 cm/秒 之方式調整上述壓力差之後，使粒徑 $0.10\sim 0.20\text{ }\mu\text{m}$ (平均粒徑 $0.15\text{ }\mu\text{m}$)之聚 α -烯烴粒子以 4×10^8 個/L以上之濃度(上游側之粒子濃度)包含於透過評估對象物之空氣。繼而，可使用配置於評估對象物之下游之粒子計數器測定透過評估對象物之空氣中所包含之聚 α -烯烴粒子之濃度(下游側之粒子濃度)，根據上述上游側之粒子濃度及下游側之粒子濃度，利用以下之式(2)求出評估對象物即空氣過濾器濾材1之捕獲效率CE。

捕獲效率CE = $[1 - (\text{下游側之粒子濃度})/(\text{上游側之粒子濃度})]$

度)] $\times 100(\%)$ (2)

【0031】 PTFE多孔膜2亦可為先前之空氣過濾器濾材所具有之公知之PTFE多孔膜。典型而言，PTFE多孔膜2包含微細之纖維狀構造體即無數之PTFE原纖維。PTFE多孔膜2亦可具有連接於PTFE原纖維之PTFE之節點(結節部)。

【0032】 PTFE多孔膜2例如可將未焙燒之PTFE粉末與液狀潤滑劑之混合物藉由擠出及/或壓延等方法成形為膜，並自所獲得之未焙燒膜去除液狀潤滑劑，然後藉由延伸進行多孔化而獲得。但，PTFE多孔膜2之製造方法只要能夠獲得與空氣過濾器濾材1之使用用途相應之捕獲性能，則並不限定於該例。於上述例中，亦可於形成未焙燒膜之後之任意時刻，將該膜加熱至PTFE之熔點以上之溫度進行焙燒，可藉由焙燒提高膜強度。焙燒例如可於未焙燒膜之延伸後實施。液狀潤滑劑例如為石腦油、白油、液態石蠟等烴油。但，液狀潤滑劑只要為能夠將PTFE粒子之表面潤濕並且可於之後去除者，則並不限定於上述例。用於多孔化之延伸之一例為雙軸延伸，該雙軸延伸係將未焙燒片材之相對於MD方向(長度方向)之延伸倍率2~60倍、延伸溫度150~390℃之延伸與該片材之相對於TD方向(寬度方向)之延伸倍率10~60倍、延伸溫度40~150℃之延伸組合而成。但，用於多孔化之延伸並不限定於該例。

【0033】 PTFE多孔膜2之厚度例如為1~100 μm 。PTFE多孔膜2之平均孔徑例如為0.1~50 μm 。

【0034】 PTFE多孔膜2之氣孔率例如為70~98%。此種較高之氣孔率有助於具備PTFE多孔膜2之空氣過濾器濾材1之較低之壓力損失及較高之捕獲效率。PTFE多孔膜2之氣孔率能以如下方式進行測定。將測定對象

物即PTFE多孔膜以固定之尺寸(例如直徑6 cm之圓形)切出，求出其體積及質量。將所獲得之體積及質量代入至以下之式(3)，可算出PTFE多孔膜之氣孔率。式(3)之V(單位：cm³)為上述體積，W(單位：g)為上述質量，D(單位：g/cm³)為PTFE之真密度。

$$\text{氣孔率(\%)} = 100 \times [V - (W/D)] / V \quad (3)$$

【0035】 PTFE多孔膜2之面密度例如為0.05～10 g/m²，亦可為0.1～5 g/m²、進而0.3～3 g/m²。

【0036】 PTFE多孔膜2之PF值、壓力損失及捕獲效率可分別採用與空氣過濾器濾材1之PF值、壓力損失及捕獲效率相同之範圍。PTFE多孔膜2之壓力損失及捕獲效率可藉由將評估對象物變更為PTFE多孔膜，利用與測定空氣過濾器濾材1之壓力損失及捕獲效率之方法相同之方法測定。

【0037】 透氣性支持材3係與PTFE多孔膜2相比，厚度方向之透氣性較高之層。透氣性支持材3例如包含含有短纖維及長纖維等纖維之不織布、織布或網狀物。但，透氣性支持材3並不限定於該例。由於透氣性、強度、柔軟性及作業性優異並且容易滿足上述30%壓縮反彈力及表面之最大摩擦係數之範圍，故而較佳為包含不織布之透氣性支持材3。

【0038】 構成透氣性支持材3之材料例如為聚乙炔(PE)、聚丙烯(PP)等聚烯烴；聚對苯二甲酸乙二酯(PET)等聚酯；包含芳香族聚醯胺之聚醯胺；及其等之複合材料。透氣性支持材3亦可包含2種以上之該等材料。由於與PTFE多孔膜2之接合性較高，故而該材料較佳為聚烯烴，更佳為PE。於該材料為複合材料之情形時，較佳為聚烯烴、尤其是PE於透氣性支持材3之與PTFE多孔膜2之接合面露出。再者，構成透氣性支持材3之材料並不限定於上述例。

【0039】可構成透氣性支持材3之複合材料之一例係具有芯鞘構造之複合纖維，該芯鞘構造具有由互不相同之材料構成之芯部與鞘部，且芯部由鞘部被覆。於該複合纖維中，較佳為構成鞘部之材料之熔點低於構成芯部之材料之熔點。構成芯部之材料例如為PET等聚酯。構成鞘部之材料例如為PE等聚烯烴。

【0040】可構成透氣性支持材3之纖維之平均纖維徑例如為1~50 μm ，亦可為1~30 μm 、進而10~30 μm 。

【0041】透氣性支持材3之面密度例如為20 g/m^2 以上且70 g/m^2 以下。透氣性支持材3之面密度之上限亦可為50 g/m^2 以下、40 g/m^2 以下、未達40 g/m^2 、進而35 g/m^2 以下。透氣性支持材3之面密度之下限亦可為25 g/m^2 以上。

【0042】於空氣過濾器濾材1中，PTFE多孔膜2與透氣性支持材3相互接合。PTFE多孔膜2與透氣性支持材3之接合方法例如為熱層壓及利用接著劑之層壓。但，PTFE多孔膜2與透氣性支持材3之接合方法並不限定於該例。由於可抑制接合部之壓力損失之上升，故而較佳為藉由熱層壓將PTFE多孔膜2及透氣性支持材3相互接合。

【0043】圖1所示之空氣過濾器濾材1係包含1層PTFE多孔膜2、及夾持該PTFE多孔膜2之2層透氣性支持材3之3層構造之濾材。本發明之空氣過濾器濾材可包含之PTFE多孔膜2及透氣性支持材3之數量不受限定。例如，本發明之空氣過濾器濾材亦可為包含1層PTFE多孔膜2及1層透氣性支持材3之2層構造之濾材。本發明之空氣過濾器濾材亦可包含2層以上之PTFE多孔膜2。又，本發明之空氣過濾器濾材亦可包含2層以上之透氣性支持材3，於此情形時，較佳為空氣過濾器濾材之兩個主面包含透氣性支

持材3。本發明之空氣過濾器濾材較佳為具有3層以上之多層構造。

【0044】 將本發明之空氣過濾器濾材之另一例示於圖2。圖2所示之空氣過濾器濾材1包含2層PTFE多孔膜2a、2b及3層透氣性支持材3a、3b、3c。該等PTFE多孔膜及透氣性支持材係按照透氣性支持材3a、PTFE多孔膜2a、透氣性支持材3b、PTFE多孔膜2b、及透氣性支持材3c之順序相互積層。圖2所示之空氣過濾器濾材1之兩個主面包含透氣性支持材3a、3c，且均具有24 gf以下之最大摩擦係數。圖2所示之空氣過濾器濾材1係5層構造之濾材。

【0045】 關於圖1、2所示之空氣過濾器濾材1，兩者之最外層均為透氣性支持材3。

【0046】 於本發明之空氣過濾器濾材包含2層以上之PTFE多孔膜2之情形時，亦可存在PTFE多孔膜2連續地積層之部分。同樣地，於本發明之空氣過濾器濾材包含2層以上之透氣性支持材3之情形時，亦可存在透氣性支持材3連續地積層之部分。於本發明之空氣過濾器濾材包含2層以上之PTFE多孔膜2之情形時，該2層以上之PTFE多孔膜2之構成可相同，亦可互不相同。於本發明之空氣過濾器濾材包含2層以上之透氣性支持材3之情形時，該2層以上之透氣性支持材3之構成可相同，亦可互不相同。

【0047】 空氣過濾器濾材1只要可獲得本發明之效果，則亦可包含除PTFE多孔膜2及透氣性支持材3以外之層及/或構件。

【0048】 本發明之空氣過濾器濾材可用於與先前之空氣過濾器濾材相同之用途。用途例如為半導體工業、化學品工業等之無塵室中所使用之空氣過濾器單元。但，本發明之空氣過濾器濾材之用途並不限定於上述例。

【0049】本發明之空氣過濾器濾材例如可將PTFE多孔膜2與透氣性支持材3以實現上述30%壓縮反彈力及最大摩擦係數之方式藉由熱層壓、接著劑層壓等各種層壓方法積層而製造。更具體而言，本發明之空氣過濾器濾材例如可藉由以下所示之熱層壓法A，將PTFE多孔膜2與透氣性支持材3積層而製造。但，製造本發明之空氣過濾器濾材之方法並不限定於上述例。

【0050】熱層壓法A例如包含以下之(1)~(3)所示之步驟。

【0051】(1)將PTFE多孔膜2與透氣性支持材3重疊。重疊之PTFE多孔膜2及透氣性支持材3之數量及順序不受限定。可按照欲獲得之空氣過濾器濾材1中之PTFE多孔膜2及透氣性支持材3之積層之數量及順序，將PTFE多孔膜2及透氣性支持材3重疊。於實施複數次PTFE多孔膜2與透氣性支持材3之層壓而獲得空氣過濾器濾材1之情形時，亦可以藉由該複數次實施能夠獲得空氣過濾器濾材1之方式規定將PTFE多孔膜2及透氣性支持材3重疊之數量及順序。

【0052】(2)對將PTFE多孔膜2與透氣性支持材3重疊所獲得之積層體進行非接觸加熱。加熱係至少對透氣性支持材3進行。加熱溫度(透氣性支持材3藉由加熱所達到之溫度)為透氣性支持材3中所包含之與PTFE多孔膜2之接合成分之軟化點以上，較佳為該成分之熔點以上。接合成分於透氣性支持材3包含單一成分之情形時為該成分，於包含複數種成分之情形時，為所獲得之空氣過濾器濾材1中與PTFE多孔膜2接合之成分。於透氣性支持材3包含纖維之情形時，接合成分為該纖維中所包含之樹脂。於纖維具有芯鞘構造之情形時，接合成分亦可為鞘部之成分。加熱方法只要可將透氣性支持材3非接觸加熱則不受限定，例如為紅外線加熱、熱風加

熱。於透氣性支持材3在積層體之兩面露出之情形時，可將該兩者加熱，亦可僅將一者加熱。於將兩者加熱之情形時，既可於相同之時刻進行加熱，亦可設置時間差進行加熱。於PTFE多孔膜2露出之情形時，既可將該膜2加熱，亦可不將該膜2加熱。再者，於接合成分之軟化點不明確之情形時(例如難以利用熱機械測定裝置(TMA(Thermomechanical Analysis，熱機械分析))測定軟化點之情形時、或者難以評估可辨識為維氏軟化點之物性變化之情形時)，可代替軟化點而以熱變形溫度(例如JIS K7191中規定之載荷撓曲溫度)為基準。

【0053】 (3)對已加熱之透氣性支持材3，以透氣性支持材3中所包含之接合成分之軟化點以上且未達熔點之溫度，朝與PTFE多孔膜2接合之方向施加較低之壓力。經由步驟(2)及(3)，將PTFE多孔膜2與透氣性支持材3熱層壓。

【0054】 熱層壓法A只要能夠製造本發明之空氣過濾器濾材，則可包含除步驟(1)~(3)以外之任意步驟。

【0055】 於熱層壓法A中，可穩定地製造作為帶狀體(長條體)之空氣過濾器濾材1。即，熱層壓法A可應對空氣過濾器濾材1之工業生產。於製造作為帶狀體之空氣過濾器濾材1之情形時，於實施上述步驟(1)~(3)時，可利用作為帶狀體之PTFE多孔膜2及透氣性支持材3之使用輥之搬送。

【0056】 一面參照圖3，一面對藉由熱層壓法A製造作為帶狀體之空氣過濾器濾材1之一例進行說明。再者，圖3所示之例僅為一例，藉由熱層壓法A製造作為帶狀體之濾材1之方法並不限定於該例。

【0057】 自進給輥10a進給帶狀之PTFE多孔膜2且自2個進給輥10b

分別進給帶狀之透氣性支持材3，並於導輥11a及11b處重疊，獲得透氣性支持材3、PTFE多孔膜2及透氣性支持材3依序重疊而成之帶狀之積層體6(步驟(1))。積層體6通過第1夾輥12，經由導輥11c被搬送至加熱裝置21。導輥11a、11b及夾輥12之溫度(與積層體6之接觸面之溫度)、以及積層體6之溫度未達透氣性支持材3之接合成分之軟化點，典型而言，維持於常溫。位於加熱裝置21之正前方之導輥11c可視需要進行預熱。預熱溫度例如為透氣性支持材3之接合成分之熔點以下。

【0058】 其次，藉由加熱裝置21，以成為接合成分之軟化點以上之方式將透氣性支持材3非接觸加熱(步驟(2))。透氣性支持材3亦可以成為接合成分之熔點以上之方式進行加熱。於圖3所示之例中，使積層體6通過相向配置之一對紅外線源22之間之空間，將積層體6之兩個露出面即透氣性支持材3加熱。加熱溫度之上限不受限定，例如為較熔點高出10~40°C之溫度。

【0059】 其次，通過加熱裝置21之積層體6以接合成分之軟化點以上且未達熔點之溫度通過第1冷卻輥13a。於通過該輥13a時朝積層體6之厚度方向施加壓力，將PTFE多孔膜2與透氣性支持材3熱層壓而形成空氣過濾器濾材1(步驟(3))。於積層體6以接合成分之熔點以上之溫度通過第1冷卻輥13a之情形時，有以下情況：因高溫而變得柔軟之透氣性支持材3於厚度方向上受到強烈壓縮，所獲得之空氣過濾器濾材之厚度方向之緩衝性降低，無法獲得150 kPa以下之30%壓縮反彈力。另一方面，於積層體6以未達接合成分之軟化點之溫度通過第1冷卻輥13a之情形時，有PTFE多孔膜2與透氣性支持材3之熱層壓不確實之情況。

【0060】 關於第1冷卻輥13a，亦可將與積層體6之接觸面之溫度控

制為接合成分之軟化點以上且未達熔點之溫度。當第1冷卻輥13a之與積層體6之接觸面之溫度過高、例如為接合成分之熔點以上時，有通過該輥13a時之透氣性支持材3之溫度成為接合成分之熔點以上之情況，且有透氣性支持材3之表面產生起毛之情況。另一方面，當第1冷卻輥13a之溫度過低、例如未達接合成分之軟化點時，有通過該輥13a時之透氣性支持材3之溫度未達接合成分之軟化點之情況。又，當第1冷卻輥13a之溫度過低時，有冷卻輥13a附近之空氣之溫度過度降低，而PTFE多孔膜2與透氣性支持材3之熱層壓不確實之情況。

【0061】 為了不使通過第1冷卻輥13a時朝積層體6之厚度方向施加之壓力過大，該輥13a處之積層體6之包角 θ 較佳為10~90度，更佳為10~45度。關於輥處之通過該輥之帶狀之搬送體的包角 θ ，如圖4所示，考慮將搬送體32與輥31接觸之點33和輥31之中心O連結之線段34、及將搬送體32自輥31離開之點35和輥31之中心O連結之線段36時，為線段34與線段36所成之角度。

【0062】 於圖3所示之例中，積層體6通過1個第1冷卻輥13a。積層體6亦可通過複數個第1冷卻輥13a。藉由通過複數個第1冷卻輥13a，例如即便於積層體6之搬送速度較大之情形時，亦可將PTFE多孔膜2與透氣性支持材3更確實地熱層壓。

【0063】 其次，通過第1冷卻輥13a之積層體6通過第2夾輥14。通過第2夾輥14時之積層體6之溫度較佳為未達接合成分之軟化點，更佳為常溫。於此情形時，通過第2夾輥14時之透氣性支持材3之壓縮得到抑制，可更確實地確保所獲得之空氣過濾器濾材1之厚度方向之緩衝性。為了使通過第2夾輥14時之積層體6之溫度未達接合成分之軟化點，亦可於第1冷

卻輥13a與第2夾輥14之間進而配置使積層體6之溫度為未達接合成分之軟化點之溫度的第2冷卻輥13b，並使積層體6通過該第2冷卻輥13b(參照圖5)。關於第2冷卻輥13b，亦可將與積層體6之接觸面之溫度控制為未達接合成分之軟化點之溫度。又，為了不使通過可能殘留有餘熱之第2冷卻輥13b時朝積層體6之厚度方向施加之壓力過大，亦可與第1冷卻輥13a處之積層體6之包角 θ 同樣地控制該輥13b處之積層體6之包角 θ 。

【0064】 於進而配置第2冷卻輥13b之情形時，積層體6亦可通過複數個第2冷卻輥13b。於圖5所示之例中，積層體6通過1個第2冷卻輥13b。

【0065】 於利用作為帶狀體之PTFE多孔膜2及透氣性支持材3之搬送之熱層壓法A中，第1及第2夾輥12、14可省略。但，如圖3、5所示之例般，於積層體6之搬送路徑中以隔著加熱裝置21及第1冷卻輥13a之方式配置第1及第2夾輥12、14，藉此可控制位於第1夾輥12與第2夾輥14之間之積層體6之加熱區間(達到接合成分之軟化點以上之溫度之加熱區間)之積層體6的搬送速度及搬送張力。針對積層體6之搬送張力越大，於熱層壓時對透氣性支持材3施加之厚度方向之壓縮力越大。即，藉由配置第1及第2夾輥12、14，可控制於熱層壓時施加至透氣性支持材3之厚度方向之壓縮力。更具體而言，例如，只要控制利用第2夾輥14之積層體6之搬送速度 v_2 相對於利用第1夾輥12之積層體6之搬送速度 v_1 的速度比 v_2/v_1 便可。使速度比 v_2/v_1 越小，越可降低對積層體6之搬送張力，從而使於熱層壓時施加至透氣性支持材3之厚度方向之壓縮力越小。

【0066】 速度比 v_2/v_1 例如可控制為0.9以上且1.1以下，亦可控制為0.9以上且1.0以下、進而0.9以上且未達1.0。再者，未達1.0之速度比意味著利用於積層體6之搬送路徑上位於後方之第2夾輥14之積層體6之搬送速

度小於利用位於前方之第1夾輥12之積層體6之搬送速度。但，透氣性支持材3、尤其是包含不織布之透氣性支持材3會因加熱而於長度方向上收縮，故而於速度比未達1.0之情形時，加熱區間之積層體6未必會產生鬆弛。

【0067】 通過第2夾輥14之積層體6作為空氣過濾器濾材1捲繞於捲取輥15。

【0068】 所獲得之空氣過濾器濾材1可視需要供於任意之加工。加工例如為褶襞加工。藉由褶襞加工，空氣過濾器濾材1成為以自側面觀察成為連續之W字狀之方式摺疊之過濾器褶襞組。

【0069】 將空氣過濾器濾材1進行褶襞加工之方法不受限定，褶襞加工可應用公知之方法。褶襞加工例如可藉由如下方式實施：使用往復式加工機，以相對於空氣過濾器濾材1之表面交替且平行地設定之山褶線及谷褶線將該濾材1連續地摺疊。亦可使用旋轉式加工機實施空氣過濾器濾材1之褶襞加工。根據空氣過濾器濾材1，可抑制褶襞加工時之捕獲效率之降低。

【0070】 [過濾器褶襞組]

將本發明之過濾器褶襞組之一例示於圖6。圖6所示之過濾器褶襞組41係將空氣過濾器濾材1進行褶襞加工而形成。過濾器褶襞組41具備空氣過濾器濾材1。過濾器褶襞組41中之空氣過濾器濾材1係以自側面觀察成為連續之W字狀之方式摺疊。藉由將空氣過濾器濾材1製成過濾器褶襞組41，可使組裝於空氣過濾器單元時之相對於該單元之透氣面積(框體之開口面積)之過濾面積變大。又，根據空氣過濾器濾材1，可抑制褶襞加工時之捕獲效率之降低，故而過濾器褶襞組41可表現出較高之捕獲效率。

【0071】 本發明之過濾器褶襞組亦可進而具有除空氣過濾器濾材1以外之任意構件。圖6所示之過濾器褶襞組41進而具有稱為壓條42之樹脂之繩狀體。壓條42係維持經褶襞加工之空氣過濾器濾材1之形狀之隔離件之一種。壓條42例如以沿著與空氣過濾器濾材1之褶襞線43(山褶線及/或谷褶線)交叉之方向前進之方式，配置於經摺疊之空氣過濾器濾材1之表面。壓條42既可配置於空氣過濾器濾材1之一面，亦可配置於兩面。但，壓條42較佳為配置於透氣性支持材3上而非PTFE多孔膜2。過濾器褶襞組41亦可具有複數個壓條42，其等於俯視配置有壓條42之空氣過濾器濾材1之面時，於褶襞線43之方向上隔開特定之間隔相互平行地配置。但，壓條42之形狀及配置並不限定於上述例。壓條42例如可藉由將樹脂熔融後呈繩狀塗佈而形成。樹脂不受限定，例如為聚醯胺、聚烯烴。

【0072】 [空氣過濾器單元]

將本發明之空氣過濾器單元之一例示於圖7中。圖7所示之空氣過濾器單元44具備過濾器褶襞組41、及支持過濾器褶襞組41之框體(支持框)45。於空氣過濾器單元44中，過濾器褶襞組41之周緣部由框體45支持。框體45例如包含金屬、樹脂及其等之複合材料。於框體45包含樹脂之情形時，亦可與框體45之成形同時地將過濾器褶襞組41固定於框體45。框體45之構成亦可與先前之空氣過濾器單元所具備之框體之構成相同。

實施例

【0073】 以下，根據實施例更詳細地說明本發明。本發明並不限定於以下所示之實施例。

【0074】 首先，表示作為實施例及比較例所製作之空氣過濾器濾材

及過濾器褶襴組之評估方法。

【0075】 [空氣過濾器濾材之30%壓縮反彈力]

將實施例及比較例中所製作之各空氣過濾器濾材切出一邊為25 mm之正方形，將切出之濾材以將各濾材之外周對齊之方式重疊10片。其次，於重疊之濾材之最上表面，以壓縮面不會自該面伸出之方式，緩慢地載置以底面為壓縮面之重量為12 g之圓柱狀之壓縮件(直徑20 mm)。其次，使用島津製作所製造之AUTOGRAPH，一面對壓縮件朝濾材之厚度方向施加壓縮載荷將濾材壓縮，一面測定壓縮件因該壓縮而自濾材受到之應力作為濾材之反彈力。壓縮速度係設為0.5 mm/分，測定環境之溫度係設為25℃，相對濕度係設為60%。不考慮壓縮件之質量而將0.1 N之載荷施加至濾材之最上表面之時間點之壓縮件的位置設為基準位置，以重疊之濾材整體之厚度 d_0 之30%之距離將壓縮件壓入至濾材時所測定之濾材之反彈力設為「30%壓縮反彈力」。再者，重疊之濾材整體之厚度 d_0 係藉由測微計(Mitutoyo製造)而測定。

【0076】 [空氣過濾器濾材之透氣性支持材表面之最大摩擦係數]

實施例及比較例中所製作之各空氣過濾器濾材之透氣性支持材表面之最大摩擦係數係藉由使用Bowden-Leben型摩擦試驗機(A&D製造，AFT-15B)且基於以下條件之Bowden-Leben摩擦試驗法進行測定。再者，所謂最大摩擦係數係指藉由上述試驗法所測定之摩擦係數(包含靜摩擦係數及動摩擦係數之任一者)之最大值。

- 濾材(試驗片)之形狀：5 cm×10 cm之矩形
- 測定子：JIS B1501：2009中規定之直徑10 mm之鋼球
- 測定子之滑動方向：矩形之試驗片之長邊方向

- 測定子之滑動速度：700 mm/分
- 測定子之滑動距離：40 mm
- 測定載荷：100 gf

【0077】 [空氣過濾器濾材及PTFE多孔膜之捕獲效率CE]

實施例及比較例中所製作之各空氣過濾器濾材及PTFE多孔膜之捕獲效率CE係以如下方式進行測定。首先，於具有透氣口(圓形且有效面積100 cm²)之固持器，以評估對象物堵住透氣口之方式設置評估對象物即空氣過濾器濾材或PTFE多孔膜。其次，於空氣僅能夠透過透氣口內之評估對象物之狀態下，使固持器之一面與另一面之間產生壓力差。其次，利用流量計測定透過評估對象物之空氣之線流速並以保持5.3 cm/秒之方式調整上述壓力差之後，使粒徑0.10~0.20 μm(平均粒徑0.15 μm)之聚α-烯烴粒子以4×10⁸個/L以上之濃度(上游側之粒子濃度)包含於透過評估對象物之空氣。使用配置於評估對象物之下游之粒子計數器測定透過評估對象物之空氣中所包含之聚α-烯烴粒子之濃度(下游側之粒子濃度)，根據上述上游側之粒子濃度及下游側之粒子濃度，利用以下之式(2)求出評估對象物之捕獲效率CE。

捕獲效率CE = [1 - (下游側之粒子濃度)/(上游側之粒子濃度)]×100(%) (2)

【0078】 [空氣過濾器濾材及PTFE多孔膜之壓力損失PL]

實施例及比較例中所製作之各空氣過濾器濾材及PTFE多孔膜之壓力損失PL係以如下方式進行評估。首先，於具有透氣口(圓形且有效面積100 cm²)之固持器，以評估對象物堵住透氣口之方式設置評估對象物即空氣過濾器濾材或PTFE多孔膜。其次，於空氣僅能夠透過透氣口內之評估

對象物之狀態下，使固持器之一面與另一面之間產生壓力差。繼而，利用流量計測定透過評估對象物之空氣之線流速並藉由壓力計(測壓計)測定成為5.3 cm/秒時之上述壓力差。對1個評估對象物將上述壓力差測定8次，將其平均值設為評估對象物之壓力損失PL。

【0079】 [空氣過濾器濾材及PTFE多孔膜之PF值]

實施例及比較例中所製作之各空氣過濾器濾材及PTFE多孔膜之PF值係根據以如上方式求出之捕獲效率CE及壓力損失PL，利用以下之式(1)求出。其中，式(1)中之壓力損失PL之單位為mmH₂O。

$$\text{PF值} = \{-\log[(100 - \text{CE})/100]/\text{PL}\} \times 100 \quad (1)$$

【0080】 [透氣性支持材之接合成分之軟化點]

透氣性支持材之接合成分之軟化點係藉由使用熱機械測定裝置(TMA)之對該支持材進行之針刺入試驗而求出。具體而言，將TMA(Seiko Instruments製造，TMA/SS120C)設為針入模式(Penetration Mode(穿入模式))，將使放置有測定對象物即透氣性支持材之環境溫度上升時探針刺入透氣性支持材之溫度設為該支持材之接合成分之軟化點。探針之前端直徑係設為1 mm ϕ ，施加至探針之載荷係設為4 g，升溫速度係設為5°C/分。

【0081】 [褶襴加工後之空氣過濾器濾材之洩漏試驗(掃描測試)及整體捕獲效率]

褶襴加工後之空氣過濾器濾材之洩漏試驗、及整體捕獲效率(包含因褶襴加工而導致捕獲效率降低之部分之整體之捕獲效率)之評估係參照EN(European Norm，歐州標準)1822-1：2009中規定之方法，根據以下條件實施。其中，並非將針對最易穿透粒徑(MPPS，Most Penetrating

Particle Size)之捕獲效率而是將使用多分散(粒徑0.1 μm以上)之試驗粒子求出之捕獲效率設為局部捕獲效率及整體捕獲效率。

- 試驗粒子：PAO(聚α-烯烴)
- 試驗粒徑：0.1 μm以上
- 上游測粒子濃度： 1.0×10^8 個/L以上
- 面風速： 0.4 ± 0.1 m/秒
- 過濾器單元大小：610 mm×610 mm

【0082】 於洩漏試驗中，按照EN1822-1：2009中規定之方法，沿著使用褶襖加工後之空氣過濾器濾材所製作之空氣過濾器單元之下游側之面，使具有50 mm×10 mm之測定用開口部之探針以速度22 mm/秒進行掃描，對局部漏出至空氣過濾器單元之下游測之PAO粒子之數量進行計數。掃描結果為，將具有捕獲效率(局部捕獲效率：局部捕獲效率 = $[1 - (\text{下游測粒子濃度} / \text{上游測粒子濃度})] \times 100\%$)降低至未達99.9900%之區域之空氣過濾器單元判斷為「存在洩漏」。

【0083】 整體捕獲效率係對上述空氣過濾器單元實施與洩漏試驗相同之掃描，將空氣過濾器單元之整個區域中漏出至下游測之PAO粒子之總數進行計數，根據該總數算出下游測粒子濃度，根據上述上游測粒子濃度及已算出之下游測粒子濃度，利用公式：整體捕獲效率 = $[1 - (\text{下游測粒子濃度} / \text{上游測粒子濃度})] \times 100\%$ 求出。

【0084】 再者，關於各實施例及比較例，自褶襖加工後之空氣過濾器濾材製作50個空氣過濾器單元，對所製作之各空氣過濾器單元進行洩漏試驗及整體捕獲效率之評估。洩漏試驗之結果係由所製作之50個空氣過濾器單元中被判斷為「存在洩漏」之空氣過濾器單元之個數表示。又，各實

施例及比較例之整體捕獲效率係設為所製作之50個空氣過濾器單元各自所表現之整體捕獲效率之平均值。

【0085】 (實施例1)

將100重量份之PTFE細粉(大金製造，聚四氟乙烯F-104)、及20重量份之作為液狀潤滑劑之十二烷均勻地混合而獲得混合物。其次，使用擠出機將所獲得之混合物擠出成形為片狀，獲得帶狀之PTFE片材(厚度1.5 mm，寬度20 cm)。其次，藉由1對金屬壓延輥對所形成之PTFE片材進行壓延。壓延係以於壓延之前後PTFE片材之寬度不變化之方式，使用配置於壓延輥之下游之其他輥一面將PTFE片材於長度方向上拉伸一面實施。壓延後之PTFE片材之厚度為200 μm 。

【0086】 其次，將PTFE片材保持於150 $^{\circ}\text{C}$ 之環境中並去除液狀潤滑劑。其次，藉由輥延伸法使PTFE片材於長度方向上以延伸溫度280 $^{\circ}\text{C}$ 、延伸倍率10倍延伸之後，藉由拉幅機延伸法使其於寬度方向上以延伸溫度110 $^{\circ}\text{C}$ 、延伸倍率30倍延伸，而獲得未焙燒之PTFE多孔膜。其次，使用熱風產生爐於400 $^{\circ}\text{C}$ 下對所獲得之多孔膜進行焙燒，獲得帶狀之PTFE多孔膜2A。所獲得之PTFE多孔膜2A之壓力損失為210 Pa，捕獲效率為99.999995%，PF值為34。

【0087】 除了製作PTFE多孔膜2A以外，另外準備包含PET/PE複合纖維之帶狀之不織布3A(Unitika製造，Eleves S0303WDO)作為透氣性支持材。該PET/PE複合纖維具有包含PET之芯部及PE之鞘部之芯鞘構造。所準備之透氣性支持材3A之接合成分為構成鞘部並且熔點更低之PE。PE之熔點為129 $^{\circ}\text{C}$ ，PET之熔點為261 $^{\circ}\text{C}$ 。作為接合成分之PE之軟化點為74 $^{\circ}\text{C}$ 。所準備之不織布3A之厚度為210 μm ，面密度(單位面積重量)為30

g/m²。

【0088】 其次，藉由圖5所示之方法，以一對透氣性支持材3A夾持PTFE多孔膜2A之方式，對PTFE多孔膜2A與透氣性支持材3A進行熱層壓，而獲得空氣過濾器濾材1A。空氣過濾器濾材1A具有將PTFE多孔膜2A與夾持PTFE多孔膜2A之一對透氣性支持材3A積層而成之3層構造。加熱裝置21係使用近紅外線加熱器(HERAEUS製造，短波長紅外線加熱器)。藉由放射溫度計測定剛通過近紅外線加熱器後之透氣性支持材3A之溫度，結果為145°C。第1冷卻輥13a(輥徑100 mm)設為僅配置一個。通過第1冷卻輥13a之積層體6之包角 θ 控制為25度，該輥13a之與積層體6之接觸面之溫度控制為95°C。通過第2冷卻輥13b(輥徑100 mm)之積層體6之包角 θ 控制為25度，該輥13b之與積層體6之接觸面之溫度控制為40°C。第2夾輥14之搬送速度 v_2 相對於第1夾輥12之搬送速度 v_1 之比 v_2/v_1 控制為1.05。

【0089】 所獲得之空氣過濾器濾材1A之PTFE多孔膜2A與一對透氣性支持材3A之熱層壓之狀態良好。空氣過濾器濾材1A之30%壓縮反彈力為135 kPa，壓力損失為212 Pa，捕獲效率為99.999923%，PF值為28。關於空氣過濾器濾材1A之位於最外層之透氣性支持材3A之表面之最大摩擦係數，於製作濾材1A時與第1冷卻輥13a接觸之面為16 gf，未接觸之面為18 gf。

【0090】 其次，使用往復式褶襉加工機(FALTEC製造)，以山高(褶襉高度)30 mm、褶襉間隔8 ppi(pleats per inch，每英吋褶襉)將空氣過濾器濾材1A進行褶襉加工。壓條係使用聚醯胺樹脂。其次，將藉由褶襉加工所獲得之過濾器褶襉組以過濾器褶襉組之四邊密接於框體之方式利用接

著劑固定於外尺寸為610 mm×610 mm、開口部之尺寸為580 mm×580 mm之鋁製框體，從而獲得空氣過濾器單元。所獲得之空氣過濾器單元之褶襴加工後之空氣過濾器濾材1A之整體捕獲效率為99.999952%，洩漏試驗之結果為50個中0個(0/50)洩漏。

【0091】 (實施例2)

將第1冷卻輥13a之與積層體6之接觸面之溫度自95°C變更為80°C，除此以外，以與實施例1相同之方式獲得空氣過濾器濾材1B。

【0092】 所獲得之空氣過濾器濾材1B中之PTFE多孔膜2A與一對透氣性支持材3A之熱層壓之狀態良好。空氣過濾器濾材1B之30%壓縮反彈力為118 kPa，壓力損失為210 Pa，捕獲效率為99.999928%，PF值為29。關於空氣過濾器濾材1B之位於最外層之透氣性支持材3A之表面之最大摩擦係數，於製作濾材1B時與第1冷卻輥13a接觸之面為18 gf，未接觸之面為19 gf。

【0093】 其次，代替空氣過濾器濾材1A而使用上述所製作之空氣過濾器濾材1B，除此以外，以與實施例1相同之方式獲得空氣過濾器單元。所獲得之空氣過濾器單元之褶襴加工後之空氣過濾器濾材1B之整體捕獲效率為99.999973%，洩漏試驗之結果為50個中0個(0/50)洩漏。

【0094】 (實施例3)

將第2夾輥14之搬送速度V2相對於第1夾輥12之搬送速度V1之比V2/V1自1.05變更為0.98，除此以外，以與實施例1相同之方式獲得空氣過濾器濾材1C。

【0095】 所獲得之空氣過濾器濾材1C中之PTFE多孔膜2A與一對透氣性支持材3A之熱層壓之狀態良好。空氣過濾器濾材1C之30%壓縮反彈

力為80 kPa，壓力損失為206 Pa，捕獲效率為99.999947%，PF值為30。關於空氣過濾器濾材1C之位於最外層之透氣性支持材3A之表面之最大摩擦係數，於製作濾材1C時與第1冷卻輥13a接觸之面為18 gf，未接觸之面為20 gf。

【0096】 其次，代替空氣過濾器濾材1A而使用所製作之空氣過濾器濾材1C，除此以外，以與實施例1相同之方式獲得空氣過濾器單元。所獲得之空氣過濾器單元中之褶襞加工後之空氣過濾器濾材1C之整體捕獲效率為99.999993%，洩漏試驗之結果為50個中0個(0/50)洩漏。

【0097】 (實施例4)

將第2夾輥14之搬送速度V2相對於第1夾輥12之搬送速度V1之比V2/V1自1.05變更為0.94，除此以外，以與實施例1相同之方式獲得空氣過濾器濾材1D。

【0098】 所獲得之空氣過濾器濾材1D中之PTFE多孔膜2A與一對透氣性支持材3A之熱層壓之狀態良好。空氣過濾器濾材1D之30%壓縮反彈力為38 kPa，壓力損失為205 Pa，捕獲效率為99.999975%，PF值為32。關於空氣過濾器濾材1D之露出面即透氣性支持材3A之表面之最大摩擦係數，於製作濾材1D時與第1冷卻輥13a接觸之面為22 gf，未接觸之面為23 gf。

【0099】 其次，代替空氣過濾器濾材1A而使用所製作之空氣過濾器濾材1D，除此以外，以與實施例1相同之方式獲得空氣過濾器單元。所獲得之空氣過濾器單元中之褶襞加工後之空氣過濾器濾材1D之整體捕獲效率為99.999995%，洩漏試驗之結果為50個中0個(0/50)洩漏。

【0100】 (實施例5)

作為透氣性支持材，代替不織布3A而使用包含PET/PE複合纖維之帶狀之不織布3B(Unitika製造，Eleves S0403WDO)，除此以外，以與實施例1相同之方式獲得空氣過濾器濾材1E。不織布3B之面密度為40 g/m²，除此以外具有與不織布3A相同之構成。再者，利用放射溫度計測定剛通過作為加熱裝置21之近紅外線加熱器之後之透氣性支持材3B之溫度，結果為136°C。

【0101】 所獲得之空氣過濾器濾材1E中之PTFE多孔膜2A與一對透氣性支持材3B之熱層壓之狀態良好。空氣過濾器濾材1E之30%壓縮反彈力為127 kPa，壓力損失為213 Pa，捕獲效率為99.999976%，PF值為30。關於空氣過濾器濾材1E之位於最外層之透氣性支持材3B之表面之最大摩擦係數，於製作濾材1E時與第1冷卻輥13a接觸之面為16 gf，未接觸之面為18 gf。

【0102】 其次，代替空氣過濾器濾材1A而使用所製作之空氣過濾器濾材1E，除此以外，以與實施例1相同之方式獲得空氣過濾器單元。所獲得之空氣過濾器單元中之褶襞加工後之空氣過濾器濾材1E之整體捕獲效率為99.999998%，洩漏試驗之結果為50個中0個(0/50)洩漏。

【0103】 (實施例6)

將100重量份之PTFE細粉(大金製造，聚四氟乙烯F-104)與19重量份之作為液狀潤滑劑之十二烷均勻地混合而獲得混合物。其次，使用擠出機將所獲得之混合物擠出成形為片狀，獲得帶狀之PTFE片材(厚度1.5 mm，寬度20 cm)。其次，藉由一對金屬壓延輥對所形成之PTFE片材進行壓延。壓延係以於壓延之前後PTFE片材之寬度不變化之方式，使用配置於壓延輥之下游之其他輥一面將PTFE片材於長度方向上拉伸一面實施。壓

延後之PTFE片材之厚度為200 μm 。

【0104】 其次，將壓延後之PTFE片材於包含液狀潤滑劑之狀態下，藉由拉幅機延伸法使其於寬度方向上以延伸溫度25°C、延伸倍率4倍延伸。其次，將延伸之PTFE片材保持於150°C之環境中並去除液狀潤滑劑。其次，藉由輥延伸法使去除液狀潤滑劑後之PTFE片材於長度方向上以延伸溫度280°C、延伸倍率12倍延伸之後，藉由拉幅機延伸法使其於寬度方向上以延伸溫度110°C、延伸倍率30倍延伸，獲得未焙燒之PTFE多孔膜。其次，使用熱風產生爐於400°C下對所獲得之多孔膜進行焙燒，獲得帶狀之PTFE多孔膜2B。所獲得之PTFE多孔膜2B之壓力損失為210 Pa，捕獲效率為99.999999%，PF值為37。

【0105】 其次，代替PTFE多孔膜2A而使用上述所製作之PTFE多孔膜2B，除此以外，以與實施例1相同之方式獲得空氣過濾器濾材1F。

【0106】 所獲得之空氣過濾器濾材1F中之PTFE多孔膜2B與一對透氣性支持材3A之熱層壓之狀態良好。空氣過濾器濾材1F之30%壓縮反彈力為132 kPa，壓力損失為212 Pa，捕獲效率為99.999993%，PF值為33。關於空氣過濾器濾材1F之位於最外層之透氣性支持材3A之表面之最大摩擦係數，於製作濾材1F時與第1冷卻輥13a接觸之面為16 gf，未接觸之面為18 gf。

【0107】 其次，代替空氣過濾器濾材1A而使用所製作之空氣過濾器濾材1F，除此以外，以與實施例1相同之方式獲得空氣過濾器單元。所獲得之空氣過濾器單元中之褶襞加工後之空氣過濾器濾材1F的整體捕獲效率為99.999995%，洩漏試驗之結果為50個中0個(0/50)洩漏。

【0108】 (比較例1)

準備實施例1中所使用之PTFE多孔膜2A及透氣性支持材3A。其次，以一對透氣性支持材3A夾持PTFE多孔膜2A之方式，使用熱輥對PTFE多孔膜2A與透氣性支持材3A進行熱層壓，獲得空氣過濾器濾材C1。空氣過濾器濾材C1具有將PTFE多孔膜2A與夾持PTFE多孔膜2A之一對透氣性支持材3A積層而成之3層構造。熱層壓中所使用之熱輥之溫度係設為135℃。

【0109】 所獲得之空氣過濾器濾材C1中之PTFE多孔膜2A與一對透氣性支持材3A之熱層壓之狀態良好。空氣過濾器濾材C1之30%壓縮反彈力為165 kPa，壓力損失為216 Pa，捕獲效率為99.999928%，PF值為28。關於空氣過濾器濾材C1之位於最外層之透氣性支持材3A之表面之最大摩擦係數，一面為28 gf，另一面為27 gf。

【0110】 其次，代替空氣過濾器濾材1A而使用所製作之空氣過濾器濾材C1，除此以外，以與實施例1相同之方式獲得空氣過濾器單元。所獲得之空氣過濾器單元中之褶襞加工後之空氣過濾器濾材C1之整體捕獲效率為99.999915%，洩漏試驗之結果為50個中2個(2/50)洩漏。

【0111】 (比較例2)

將第2夾輥14之搬送速度V2相對於第1夾輥12之搬送速度V1之比V2/V1自1.05變更為1.2，除此以外，以與實施例1相同之方式獲得空氣過濾器濾材C2。

【0112】 所獲得之空氣過濾器濾材C2中之PTFE多孔膜2A與一對透氣性支持材3A之熱層壓之狀態良好。空氣過濾器濾材C2之30%壓縮反彈力為166 kPa，壓力損失為212 Pa，捕獲效率為99.999915%，PF值為28。關於空氣過濾器濾材C2之位於最外層之透氣性支持材3A之表面之最大摩

擦係數，於製作濾材C2時與第1冷卻輥13a接觸之面為15 gf，未接觸之面為16 gf。

【0113】 其次，代替空氣過濾器濾材1A而使用所製作之空氣過濾器濾材C2，除此以外，以與實施例1相同之方式，獲得空氣過濾器單元。所獲得之空氣過濾器單元中之褶襞加工後之空氣過濾器濾材C2之整體捕獲效率為99.999890%，洩漏試驗之結果為50個中2個(2/50)洩漏。

【0114】 (比較例3)

將第2夾輥14之搬送速度V2相對於第1夾輥12之搬送速度V1之比V2/V1自1.05變更為0.85，除此以外，以與實施例1相同之方式嘗試製作空氣過濾器濾材C3。但，因第1夾輥12與第2夾輥14之間之加熱區間之積層體6之撓曲，無法穩定地獲得空氣過濾器濾材C3。再者，藉由將不完整地獲得之空氣過濾器濾材C3重疊10片，而僅實施針對該濾材C3之30%壓縮反彈力之評估。空氣過濾器濾材C3之30%壓縮反彈力為29 kPa。

【0115】 (比較例4)

將第1冷卻輥13a之與積層體6之接觸面之溫度自95°C變更為25°C，將第2冷卻輥13b之與積層體6之接觸面之溫度自40°C變更為25°C，除此以外，以與實施例1相同之方式獲得空氣過濾器濾材C4。

【0116】 所獲得之空氣過濾器濾材C4中之PTFE多孔膜2A與一對透氣性支持材3A之熱層壓狀態係如下狀態：雖進行了熱層壓但兩者之接合力較弱，局部存在未接合之區域。空氣過濾器濾材C4之30%壓縮反彈力為125 kPa，壓力損失為210 Pa，捕獲效率為99.999931%，PF值為29。關於空氣過濾器濾材C4之位於最外層之透氣性支持材3A之表面之最大摩擦係數，於製作濾材C4時與第1冷卻輥13a接觸之面為25 gf，未接觸之面為

27 gf。

【0117】其次，代替空氣過濾器濾材1A而使用所製作之空氣過濾器濾材C4，除此以外，以與實施例1相同之方式獲得空氣過濾器單元。所獲得之空氣過濾器單元中之褶襴加工後之空氣過濾器濾材C4之整體捕獲效率為99.999905%，洩漏試驗之結果為50個中8個(8/50)洩漏。

【0118】(比較例5)

作為透氣性支持材，代替不織布3A而使用實施例5中所使用之不織布3B，除此以外，以與比較例1相同之方式獲得空氣過濾器濾材C5。

【0119】所獲得之空氣過濾器濾材C5中之PTFE多孔膜2A與一對透氣性支持材3B之熱層壓之狀態良好。空氣過濾器濾材C5之30%壓縮反彈力為172 kPa，壓力損失為225 Pa，捕獲效率為99.999978%，PF值為29。關於空氣過濾器濾材C5之露出面即透氣性支持材3B之表面之最大摩擦係數，一面為28 gf，另一面為27 gf。

【0120】其次，代替空氣過濾器濾材1A而使用所製作之空氣過濾器濾材C5，除此以外，以與實施例1相同之方式，獲得空氣過濾器單元。所獲得之空氣過濾器單元中之褶襴加工後之空氣過濾器濾材C5之整體捕獲效率為99.999973%，洩漏試驗之結果為50個中1個(1/50)洩漏。

【0121】(比較例6)

作為PTFE多孔膜，代替多孔膜2A而使用實施例6中所使用之PTFE多孔膜2B，除此以外，以與比較例1相同之方式獲得空氣過濾器濾材C6。

【0122】所獲得之空氣過濾器濾材C6中之PTFE多孔膜2B與一對透氣性支持材3A之熱層壓之狀態良好。空氣過濾器濾材C6之30%壓縮反彈力為161 kPa，壓力損失為216 Pa，捕獲效率為99.999993%，PF值為32。

關於空氣過濾器濾材C6之位於最外層之透氣性支持材3A之表面之最大摩擦係數，一面為28 gf，另一面為27 gf。

【0123】其次，代替空氣過濾器濾材1A而使用所製作之空氣過濾器濾材C6，除此以外，以與實施例1相同之方式獲得空氣過濾器單元。所獲得之空氣過濾器單元中之褶襞加工後之空氣過濾器濾材C6之整體捕獲效率為99.999908%，洩漏試驗之結果為50個中6個(6/50)洩漏。

【0124】將實施例及比較例之空氣過濾器濾材之製造條件彙總於表1，將實施例及比較例之結果彙總於表2。再者，於表2之「最大摩擦係數」一欄中，關於所製作之空氣過濾器濾材之位於最外層之透氣性支持材之表面的最大摩擦係數，將製作該濾材時與第1冷卻輥接觸之面、或與熱輥接觸之一面之值示於「/」之左側，將製作該濾材時未與第1冷卻輥接觸之面、或與熱輥接觸之另一面之值示於「/」之右側。又，於表2之「洩漏試驗結果」一欄中，關於褶襞加工後之洩漏試驗之結果，將各實施例及比較例中所製作之50個空氣過濾器單元中被判斷為「存在洩漏」之單元之個數X示為「X/50」。

【0125】

[表1]

	PTFE 多孔膜	透氣性 支持材	透氣性支持材 之面密度(g/m ²)	熱層壓方法	第1冷卻輥之與積層體 之接觸面之溫度(°C)	第2冷卻輥之與積層體 之接觸面之溫度(°C)	夾輥速度比 v1/v2
實施例1	2A	3A	30/30	紅外線加熱＋ 第1冷卻輥	95	40	1.05
實施例2	2A	3A	30/30		80	40	1.05
實施例3	2A	3A	30/30		95	40	0.98
實施例4	2A	3A	30/30		95	40	0.94
實施例5	2A	3B	40/40		95	40	1.05
實施例6	2B	3A	30/30		95	40	1.05
比較例1	2A	3A	30/30	熱輥	-	-	-
比較例2	2A	3A	30/30	紅外線加熱＋ 第1冷卻輥	95	40	1.20
比較例3	2A	3A	30/30		95	40	0.85
比較例4	2A	3A	30/30		25	25	1.05
比較例5	2A	3B	40/40	熱輥	-	-	-
比較例6	2B	3A	30/30		-	-	-

【0126】 [表2]

	空氣過濾器濾材(褶襴加工前)						空氣過濾器濾材 (褶襴加工後)	
	層壓狀態	30%壓縮反彈力 (kPa)	最大摩擦係數 (gf)	捕獲效率 (%)	壓力損失 (Pa)	PF值	捕獲效率 (%)	洩漏試驗結果
實施例1	良好	135	16/18	99.999923	212	28	99.999952	0/50
實施例2	良好	118	18/19	99.999928	210	29	99.999973	0/50
實施例3	良好	80	18/20	99.999947	206	30	99.999993	0/50
實施例4	良好	38	22/23	99.999975	205	32	99.999995	0/50
實施例5	良好	127	16/18	99.999976	213	30	99.999998	0/50
實施例6	良好	132	16/18	99.999993	212	33	99.999995	0/50
比較例1	良好	165	28/27	99.999928	216	28	99.999915	2/50
比較例2	良好	166	15/16	99.999915	212	28	99.999890	2/50
比較例3	不合格	29	-	-	-	-	-	-
比較例4	合格	125	25/27	99.999931	210	29	99.999905	8/50
比較例5	良好	172	28/27	99.999978	225	29	99.999973	1/50
比較例6	良好	161	28/27	99.999993	216	32	99.999908	6/50

【0127】如表2所示，與比較例之空氣過濾器濾材相比，於實施例之空氣過濾器濾材中，由褶襞加工所致之捕獲效率(整體捕獲效率)之降低得到抑制，亦未觀察到褶襞時之局部損壞即洩漏。於使用相同之PTFE多孔膜及透氣性支持材之實施例1~4中，對於將濾材製造時之夾輥之速度比 $v1/v2$ 設為1以下之實施例3、4之空氣過濾器濾材，由褶襞加工所致之捕獲效率之降低尤其得到抑制。

【0128】再者，實施例6及比較例6之空氣過濾器濾材均使用PF值較高之PTFE多孔膜2B，但於比較例6之空氣過濾器濾材中，由褶襞加工所致之捕獲效率之降低明顯，亦經常發生洩漏。

【0129】本發明只要不脫離其意圖及本質特徵，便可應用於其他實施形態。本說明書中所揭示之實施形態係於所有方面均為說明性者，並不限定於此。本發明之範圍並非由上述說明而是由附加之申請專利範圍表示，與申請專利範圍均等之含義及範圍內之所有變更均包含於此。

[產業上之可利用性]

【0130】本發明之空氣過濾器濾材可用於與先前之空氣過濾器濾材相同之用途。用途例如為半導體工業、化學品工業等中利用之無塵室之空氣過濾器中所使用之空氣過濾器濾材、過濾器褶襞組及空氣過濾器單元。

【符號說明】

【0131】

- 1 空氣過濾器濾材
- 2 PTFE多孔膜
- 2a PTFE多孔膜
- 2b PTFE多孔膜

- 3 透氣性支持材
- 3a 透氣性支持材
- 3b 透氣性支持材
- 3c 透氣性支持材
- 4 積層體
- 5a 主面
- 5b 主面
- 6 積層體
- 10a 進給輥
- 10b 進給輥
- 11a 導輥
- 11b 導輥
- 11c 導輥
- 12 第1夾輥
- 13a 第1冷卻輥
- 13b 第2冷卻輥
- 14 第2夾輥
- 15 捲取輥
- 21 加熱裝置
- 22 紅外線源
- 31 輥
- 32 搬送體
- 33 點

- 34 線段
- 35 點
- 36 線段
- 41 過濾器褶襖組
- 42 壓條
- 43 褶襖線
- 44 空氣過濾器單元
- 45 框體
- O 中心
- θ 包角



201919749

【發明摘要】

【中文發明名稱】

空氣過濾器濾材、過濾器褶襴組及空氣過濾器單元

【中文】

本發明之空氣過濾器濾材係包含聚四氟乙烯(PTFE)多孔膜與透氣性支持材之積層體者，且於將上述濾材在厚度方向上壓縮時，該濾材所產生之反彈力於30%之壓縮率下為30 kPa以上且150 kPa以下，至少一個主面包含透氣性支持材，且具有24 gf以下之最大摩擦係數。本發明之空氣過濾器濾材係使用PTFE多孔膜且由褶襴加工所致之捕獲效率之降低得到抑制之空氣過濾器濾材。

【指定代表圖】

圖1

【代表圖之符號簡單說明】

- 1 空氣過濾器濾材
- 2 PTFE多孔膜
- 3 透氣性支持材
- 4 積層體
- 5a 主面
- 5b 主面

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種空氣過濾器濾材，其係包含聚四氟乙烯(PTFE)多孔膜與透氣性支持材之積層體者，且

於將上述濾材在厚度方向上壓縮時，該濾材所產生之反彈力於30%之壓縮率下為30 kPa以上且150 kPa以下，

至少一個主面包含上述透氣性支持材，且具有24 gf以下之最大摩擦係數。

【第2項】

如請求項1之空氣過濾器濾材，其中PF值為23以上，

其中，PF值係根據5.3 cm/秒之透過流速下之上述濾材之壓力損失PL(mmH₂O)、及於5.3 cm/秒之透過流速下使用粒徑0.10~0.20 μm之聚α-烯烴粒子所測定出之上述濾材之捕獲效率CE(%), 利用以下之式(1)求出之值，

$$\text{PF值} = \{-\log[(100 - \text{CE})/100]/\text{PL}\} \times 100 \quad (1)。$$

【第3項】

如請求項2之空氣過濾器濾材，其中上述PF值為30以上。

【第4項】

如請求項1至3中任一項之空氣過濾器濾材，其中面密度為55 g/m²以上且95 g/m²以下。

【第5項】

如請求項1至3中任一項之空氣過濾器濾材，其中面密度為55 g/m²以上且75 g/m²以下。

【第6項】

如請求項1至5中任一項之空氣過濾器濾材，其中上述積層體包含2層以上之上述透氣性支持材，且

上述濾材之兩個主面包含上述透氣性支持材。

【第7項】

一種過濾器褶襞組，其係包含呈褶襞狀摺疊而成之空氣過濾器濾材者，且

上述空氣過濾器濾材係如請求項1至6中任一項之空氣過濾器濾材。

【第8項】

一種空氣過濾器單元，其具備如請求項7之過濾器褶襞組、及支持上述過濾器褶襞組之框體。

