



(21)申請案號：107136671

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 10 月 18 日

(51)Int. Cl.：

*H01M2/16 (2006.01)**H01M2/18 (2006.01)**H01M10/052 (2010.01)**H01G9/02 (2006.01)**H01G11/52 (2013.01)*

(30)優先權：2017/11/21

日本

2017-223300

(71)申請人：日商日本高度紙工業股份有限公司 (日本) NIPPON KODOSHI CORPORATION
(JP)

日本

(72)發明人：和田典弘 WADA, NORIHIRO (JP)；松岡学 MATSUOKA, GAKU (JP)；市村拓己
ICHIMURA, TAKUMI (JP)；西森雄平 NISHIMORI, YUHEI (JP)；井河篤 IGAWA,
ATSUSHI (JP)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：7 項 圖式數：1 共 44 頁

(54)名稱

電化學元件用分離器及電化學元件

(57)摘要

本發明課題在於提供一種可保持分離器的耐短路性、電阻、電解液含浸性、電解液保持性之平衡，且具有化學穩定性的薄型電化學元件用分離器。

解決手段為構成一種電化學元件用分離器，其為中介存在於一對電極間而隔離兩極，且供保持電解液的電化學元件用分離器，其係由經打漿之纖維素纖維與熱塑性合成纖維所構成，該分離器的厚度為 $5.0 \sim 30.0\mu\text{m}$ 、密度為 $0.50 \sim 0.75\text{g/cm}^3$ ，厚度 $X(\mu\text{m})$ 與空氣阻力 $Y(\text{秒}/100\text{ml})$ 係滿足式 1：
 $Y \geq 0.01X^2 - 0.6X + 11.5$ 。

指定代表圖：

符號簡單說明：

1 . . . 厚度之下限

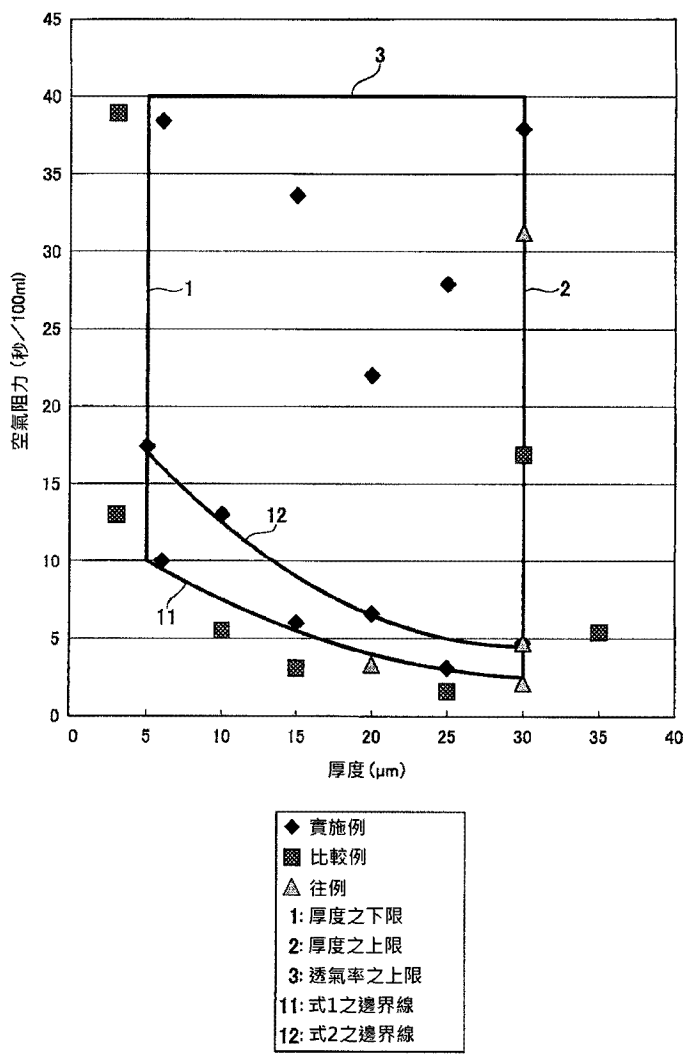
2 . . . 厚度之上限

3 . . . 空氣阻力之上限

11 . . . 式 1 之邊界線

12 . . . 式 2 之邊界線

圖 1



【發明說明書】

【中文發明名稱】

電化學元件用分離器及電化學元件

【技術領域】

【0001】本發明係有關於一種電化學元件用分離器及使用該電化學元件用分離器之電化學元件。

【先前技術】

【0002】電化學元件可舉出鋁電解電容器、導電性高分子鋁固體電解電容器、導電性高分子混合鋁電解電容器、電雙層電容器、鋰離子電容器、鋰離子二次電池、鋰一次電池等。而且，此等電化學元件係經採用於汽車相關機器或數位機器、風力發電/太陽光發電等可再生能源相關設備、智慧型電表等通訊機器等諸多領域，預計今後其市場會愈來愈大，且其用途也會逐漸擴大。

【0003】例如，就近年來備受矚目的電動車或油電混合車，作為電源等係使用鋰離子二次電池，能量回收等係使用電雙層電容器，而作為電源之電池或混合系統的控制、由外部交流電源轉換成直流的電子控制單元等則是使用鋁電解電容器。此種使用於汽車的電化學元件，若作動不良則有危及性命之虞，從而要求高可靠性。換言之，係要求可耐受車體的振動、在寒冷地區或高溫地區長時間使用也不會發生短路不良，而且性能較不易劣化者。

【0004】電子設備所使用的電路基板極要求安裝之電化學元件為薄型且低矮者等。因此，以對積體電路或電路周邊的晶片供給電力及交流電流的平滑化為目的，而於基板上安裝鋁電解電容器等電化學元件，惟此等電化學元件亦要求為低矮、小型者。

此外，行動裝置係要求充電一次即可長時間使用。常作為行動裝置的電源使用的鋰離子二次電池係要求薄型，而且為了可耐長時間使用，而要求高容量化及即使重複充電，性能也不易劣化。

【0005】伴隨著上述用途或使用設備的高性能化，電化學元件比目前為止更要求減少伴隨充放電而生的特性劣化、提升輸出特性、進一步提升可靠性及小型化等。

【0006】作為電化學元件用分離器，係使用不織布分離器或聚烯烴系微多孔膜，且使用對此等塗敷無機物而成的分離器等。

作為聚烯烴系微多孔膜分離器，係使用聚丙烯或聚乙烯製分離器。

作為不織布分離器，有由木材或非木材取得之天然纖維素纖維、使用溶劑紡絲纖維素纖維等再生纖維素纖維、聚酯纖維或丙烯酸纖維等合成纖維之分離器，或混合使用此等之分離器。

就塗敷有無機物之分離器，有人提出對藉由濕式抄紙法將如聚酯纖維之合成纖維製成薄片的不織布塗佈無機粉末而成者，或對聚烯烴系微多孔膜塗佈無機粉末而成者。

【0007】電化學元件所使用之分離器的主要作用在於隔離一對電極及保持電解液。為了隔離一對電極，分離器係要求遮蔽性。而且，為提升遮蔽性，有人採用使分離器成高密度、增加分離器的厚度等手法。

又，以電化學元件的小型化(小徑化及/或低矮化)或提升容量、低電阻化為目的，有人採用將分離器做得更薄、使分離器成低密度等手法。

【0008】為達電化學元件用分離器的薄片化，聚烯烴系微多孔膜分離器其膜厚須愈減愈薄。為防止分離器薄膜化所造成的耐熱性劣化及耐短路性劣化，有人提出對聚烯烴系微多孔膜分離器塗敷氧化鋁等的無機粉末者。

另一方面，就不織布分離器，為達其薄片化，有人採用減薄分離器製造時(抄紙時)的厚度地進行抄紙，或以藉由衝壓之線壓將抄紙後的分離器壓扁而減薄的方法。

【0009】為提升分離器的性能，有人揭示例如專利文獻1至專利文獻5之技術。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0010】

[專利文獻1] 日本特開2000-212323號公報

[專利文獻2] 日本特開2017-69229號公報

[專利文獻3] 國際專利公開第2012/008559號

[專利文獻4] 日本特開2017-117590號公報

[專利文獻5] 日本特開2011-82148號公報

【發明內容】**[發明所欲解決之課題]**

【0011】專利文獻1中提出一種鋰離子二次電池用聚烯烴系微多孔膜分離器。聚烯烴系微多孔膜由於係以拉伸薄膜等方法所製作而成，與藉由纖維的堆積所形成的不織布相比，較容易薄膜化。然而，聚烯烴系微多孔膜在高於聚丙烯或聚乙烯等聚烯烴系樹脂所具有的熔點的溫度環境下會收縮而堵塞微細孔，而阻礙電解質離子在電化學元件內部的移動。又，有別於藉由纖維的堆積所形成的不織布，微多孔膜所具有的孔多為從其中一面貫通至另一面的孔。因此，若減薄分離器的厚度，便不會存在物理性遮蔽物，而導致耐短路性劣化。而且，此種微多孔膜所使用的聚烯烴系樹脂由於缺乏素材本身與電解液的親和性，使得電解液的含浸性偏低，且電解液的保持性亦較低。

【0012】專利文獻2中提出一種電化學元件用之分離器，其係由經打漿之溶劑紡絲纖維素纖維所構成。纖維素纖維其耐熱性或與電解液的親和性較高，為最適合作為電化學元件用分離器之構成材料的材質。藉由抄紙法將纖維素系分離器製成薄片時，可採用藉由打漿等使原料之纖維素纖維微細化來減薄分離器的厚度之手法，然而，根據此手法，要脫除中介存在於纖維素纖維間的水分時，因纖維素纖維彼此互斥而於纖維間產生空隙，而不易將填充率提升至一定值以上。於此，將原料纖維進行打漿，並進一步

進行原纖化而使薄片成高密度時，電阻會變高。例如，如專利文獻2之實施例4等所揭示，雖有藉由將纖維素系分離器進行厚度調整加工(軋光加工)來減薄厚度的方法，就此方法，即使可提升耐短路性，電阻仍會變大，且電解液的含浸性或保持性能較差。

再者，近年來隨著電化學元件的用途擴大或性能提升，分離器亦要求更高性能化。具體而言為可耐受電化學元件之電極附近的酸性環境。

電化學元件的電解液係廣泛使用含氟電解質。

電化學元件系統內一旦有水存在則此電解質會分解，而生成氫氟酸。電極材或分離器雖事先經乾燥(預乾燥)後而使用，但不易完全排除水分，因此，系統內常有水分滲入。近年來致力於電化學元件之高電壓化的結果判明，電化學元件若以高電壓使用，與一般的電壓相比電解液更會強烈地分極，使得正極附近的酸性度提高，而使構成分離器的纖維素纖維分解。因此，分離器便要求提升可靠性，例如縱為高電壓仍可耐受長期使用的物理或化學穩定性等。

【0013】專利文獻3中提出一種鋰離子二次電池用分離器，其係由濾水度與纖維長經控制的溶劑紡絲纖維素纖維，及合成纖維所構成。此分離器為經打漿之溶劑紡絲纖維素纖維與合成纖維均勻地相纏而成的分離器，分離器強度極強。其揭示透過使用此分離器，可抑制鋰離子二次電池的放電特性不均，且使循環特性更優良之技術。

然而，就此分離器，為了維持強度，則需具有溶劑紡絲纖維素纖維可與合成纖維相纏之程度的長度，溶劑紡絲纖維素纖維的微細化程度較低。再者，因合成纖維中介存在於纖維素纖維間，致使纖維素纖維彼此的氫鍵受阻。因此，與如專利文獻2所揭示之僅由纖維素纖維所構成的分離器相比，稱不上遮蔽性高，尤其是在作成近年來所要求之程度的薄型分離器時，有在使用此分離器的電化學元件中發生短路不良之虞。若為了提升此分離器的遮蔽性而進一步進行溶劑紡絲纖維素纖維的打漿，則溶劑紡絲纖維素纖維與合成纖維的交纏會減少，使得分離器強度顯著降低。

又，供予抄紙之合成纖維由於其纖維徑大到某種程度，堆積纖維所製作的不織布不易製成薄片。若藉由厚度調整加工減薄厚度時，則與對專利文獻2藉由厚度調整加工減薄其厚度時相同，電阻會變大，且電解液的含浸性或保持性能較差。

【0014】專利文獻4中揭示一種技術，其係藉由使熱塑性合成纖維與再生纖維素纖維朝電化學元件用分離器的厚度方向不均勻分布，來提高分離器的遮蔽性、機械強度、化學穩定性。

專利文獻4之分離器，其中纖維素纖維與合成纖維係不均勻分布。藉此，專利文獻4之分離器，與如專利文獻3之纖維素纖維與合成纖維均勻地相纏的分離器相比，可將各者之作用分開，如確保強度的部分與確保緻密性的部分

等，並可同時提高強度與緻密性。

然而，近年來要求遮蔽性更高的分離器。

為提升專利文獻4之分離器的遮蔽性而過度進行纖維素纖維的微細化的話，於分離器形成時，微細化之纖維素纖維會更容易從抄紙網脫落，而不易使纖維素纖維與合成纖維不均勻分布，因此極不易大幅提升專利文獻4之分離器的遮蔽性。

又，即使對此分離器進行厚度調整加工來提高密度，分離器的遮蔽性之提升仍有其極限。研判這是因為，厚度調整加工為朝分離器的厚度方向之加壓壓縮，朝分離器的厚度方向之緻密性即使提升，對分離器的面方向(分離器剖面之與厚度方向垂直的方向)之緻密性仍無影響之故。

【0015】專利文獻5中提出一種鋰離子二次電池用分離器，其係藉由對由聚酯系纖維所構成的不織布塗佈無機粉末而形成無機層。

供予抄紙之合成纖維由於其纖維徑大到某種程度，堆積纖維所製作的不織布不易製成薄片。若於抄紙後欲藉由加熱或壓縮將分離器製成薄片，則合成纖維會彼此壓接，該壓接處熔接而形成膜狀，使得分離器的電阻增大。因此，此種分離器不易薄片化。於此，即便以無機層(塗佈層)確保耐短路性，並將不織布層(基材層)減薄(減少纖維的堆積量)至極限，由於可確保耐短路性之程度的塗佈層的厚度仍會加在基材層的厚度上，而不易薄片化。又，塗佈有無機層之分離器尚有分離器表面經摩擦，而導致無機

微粒子脫落之虞。

【0016】諸如上述，由於將電化學元件小型化，而不易提供一種可保持電化學元件用分離器的耐短路性、電阻、電解液含浸性、電解液保持性之平衡，且具有化學穩定性的薄型分離器。

[解決課題之手段]

【0017】本發明係有鑑於上述問題而完成者，茲以提供一種可維持分離器的化學穩定性、電阻、電解液含浸性、電解液保持性之平衡並同時予以薄片化，而使遮蔽性提升的電化學元件用分離器。又，透過使用該電化學元件用分離器，而提供小徑化、低矮化之電化學元件。

【0018】具體而言，本發明係具備以下構成：

亦即，本發明之電化學元件用分離器，其特徵為：其係由經打漿之纖維素纖維與熱塑性合成纖維所構成，該分離器的厚度為 $5.0 \sim 30.0 \mu\text{m}$ 、密度為 $0.50 \sim 0.75 \text{g/cm}^3$ ，厚度 $X(\mu\text{m})$ 與空氣阻力 $Y(\text{秒}/100\text{ml})$ 係滿足下述式1：

$$\text{式1： } Y \geq 0.01X^2 - 0.6X + 11.5。$$

【0019】較佳的是，其特徵為纖維中之纖維素纖維的含量為 $50 \sim 90$ 質量%，熱塑性合成纖維的含量為 $10 \sim 50$ 質量%。

【0020】較佳的是，其特徵為厚度 $X(\mu\text{m})$ 與空氣阻力(air resistance) $Y(\text{秒}/100\text{ml})$ 係進一步滿足下述式2：

$$\text{式2： } Y \geq 0.02X^2 - 1.2X + 22.5。$$

【0021】較佳的是，其特徵為上述纖維素纖維為溶劑紡絲纖維素纖維。

【0022】再者，較佳的是上述熱塑性合成纖維為選自聚酯系纖維、聚烯烴系纖維、丙烯酸系纖維的一種以上之纖維。

【0023】本發明之電化學元件為使用上述本發明之電化學元件用分離器之構成。

又，本發明之電化學元件可選自鋁電解電容器、電雙層電容器、鋰離子電容器、鋰離子二次電池、鈉離子二次電池、鈉硫二次電池、鎂離子二次電池、鎂硫二次電池。

[發明之效果]

【0024】根據上述之本發明，可不損及分離器的電阻、電解液含浸性、電解液保持性而提升耐短路性，並予以薄片化。

又，透過使用本發明之分離器，亦能有助於電化學元件之小型化。

【圖式簡單說明】

【0025】

圖1為針對實施例、比較例、往例之各例之分離器，比較並示出厚度與空氣阻力之關係的圖。

【實施方式】

[實施發明之形態]

【0026】本發明之電化學元件用分離器為由經打漿之纖維素纖維與熱塑性合成纖維所構成的分離器。若為纖維素纖維，藉由對纖維進行打漿等，可形成期望纖維徑，或控制成期望的原纖產生程度。纖維素纖維當中，基於分離器的低電阻化觀點，更佳為溶劑紡絲纖維素纖維。又，熱塑性合成纖維當中，基於耐酸性或耐熱性、抄紙適性觀點，較佳為聚對苯二甲酸乙二酯等聚酯系纖維、聚乙烯或聚丙烯等聚烯烴系纖維、聚丙烯腈等丙烯酸系纖維。

【0027】電化學元件用分離器的遮蔽性，一般而言，厚度愈厚則愈高，厚度愈薄則愈低。

因此，分離器的厚度與遮蔽性一般顯示正相關關係。

然而，為了因應近年來電化學元件的小型化要求而將分離器愈做愈薄，則分離器的遮蔽性會不足，而愈來愈不易抑制電化學元件的短路不良。

於此，以同時達成分離器的遮蔽性提升與薄片化為目的而進行過度的纖維之微細化或厚度調整加工等，則分離器的電阻會上升，而且機械強度也會降低。

【0028】本發明之電化學元件用分離器為分離器的厚度 $X(\mu\text{m})$ 與空氣阻力 $Y(\text{秒}/100\text{ml})$ 的關係式滿足以下所示式1之可同時達成薄片化與遮蔽性提升的分離器；

$$\text{式1: } Y \geq 0.01X^2 - 0.6X + 11.5。$$

【0029】再者，當分離器的厚度 X 與空氣阻力 Y 滿足以下所示式2時，可進一步提高分離器的遮蔽性而更佳；

式 2： $Y \geq 0.02X^2 - 1.2X + 22.5$ 。

【0030】空氣阻力係指 100ml 的空氣朝厚度方向通過薄片所需的時間，空氣阻力愈高，表示薄片愈緻密。於本發明中，係以空氣阻力為量測分離器之遮蔽性的指標。

基於遮蔽性觀點，分離器的空氣阻力係愈高愈佳；而考量到分離器的密度等，研判實質上係以 40 秒/100ml 左右為上限。

【0031】以往，諸如上述，實不易維持分離器的電阻或化學穩定性並同時兼具薄片化與遮蔽性提升。

於本發明中，藉由控制分離器的空氣阻力與厚度，且如上述式 1 所示使分離器的厚度與空氣阻力在既定的厚度範圍成負相關關係，可兼具遮蔽性提升與薄片化。

【0032】本發明之分離器的厚度為 $5.0 \sim 30.0 \mu\text{m}$ 。

分離器的厚度若未達 $5.0 \mu\text{m}$ ，本發明之分離器即使遮蔽性良好，有時仍無法抑制電化學元件的短路不良。

另一方面，分離器的厚度若超過 $30.0 \mu\text{m}$ ，則無法達成本發明目的之電化學元件的小型化，而且分離器的電阻亦增大，而導致電化學元件的電阻增大。

【0033】本發明之分離器的密度為 $0.50 \sim 0.75 \text{g/cm}^3$ 。

分離器的密度若未達 0.50g/cm^3 ，將分離器製成薄片時的遮蔽性會不足。

另一方面，密度若超過 0.75g/cm^3 ，則構成分離器的纖維彼此壓接或熔接，而導致分離器的電阻增大。

【0034】本發明之分離器係併用熱塑性合成纖維與經

打漿之(即打漿完成之)纖維素纖維。

由於纖維藉由打漿(於水中之機械剪切處理)可達原纖維化及微細化，可提升分離器的緻密性。尤其是可由溶劑紡絲纖維素纖維獲得微細的原纖。而且，使用此種經打漿之纖維素纖維且滿足上述式1的分離器，可最大限度地提高分離器的遮蔽性並同時達薄片化。

而且，藉由熱塑性合成纖維使分離器的化學穩定性提升，亦可提升分離器近來所要求之在高溫環境或電極附近的酸性環境等嚴峻的環境下的穩定性。

熱塑性合成纖維由於不具有氫鍵，而有使薄片的機械強度降低，或者熱塑性合成纖維脫落的風險。然而，併用熱塑性合成纖維與纖維素纖維、滿足上述式1且厚度及密度為上述範圍內的分離器，構成分離器的纖維彼此極緻密地交纏，可防止熱塑性合成纖維導致分離器的機械強度降低，或熱塑性合成纖維從分離器脫落。再者，由於合成纖維會適度地阻礙纖維素的氫鍵，而能夠抑制分離器的電阻增大。

【0035】本發明之分離器中，較佳的是纖維中之纖維素纖維的含量為50～90質量%、熱塑性合成纖維的含量為10～50質量%的範圍。

若纖維素纖維的含量未達50質量%且熱塑性合成纖維的含量超過50質量%，則分離器的緻密性會變差而無法提升分離器的遮蔽性，而且熱塑性合成纖維會更頻繁地從分離器脫落。

若纖維素纖維的含量超過90質量%且熱塑性合成纖維的含量未達10質量%，則分離器的化學穩定性會變差。

【0036】上述本發明之電化學元件用分離器的構成可例如將經打漿之纖維素纖維與合成纖維混合而製作薄片後，藉由軟軋光進行厚度調整來製造。

【0037】軟軋光(採樹脂輥與金屬輥之組合的加壓壓縮)係於加壓壓縮時，樹脂輥僅些微變形而成為面壓縮。由於為在面上的壓縮，存在於加壓面的纖維較能自由地移動，幹纖維亦可朝厚度方向以外些微移動。因此，不僅可提升厚度方向，亦可提升面方向的緻密性。亦即，即使在壓縮前的薄片局部存在纖維較少的部位，只要發生由面壓縮所引起的纖維移動，則可提高此纖維較少之處的緻密性。又，由於藉由面壓縮而有纖維本身的自由度，較不易發生構成分離器之纖維本身的變形或加壓劣化。加壓壓縮時，藉由將輥加熱，亦可輔助此移動。另外，就向來採用之硬軋光(藉由金屬輥彼此的加壓壓縮)，由於金屬輥不會變形而為線壓縮，因此構成分離器之纖維僅有厚度方向的自由度，對構成分離器之纖維本身的變形或加壓劣化較頻繁。又，將輥加熱時，變形或加壓劣化會更頻繁。

【0038】又，分離器之薄片的平滑度較佳為500～2000秒。

平滑度為500秒以上時，顯示分離器之面方向的緻密性極高。平滑度為500秒以上的本發明之分離器，由於厚度方向及面方向的緻密性均較高，而無貫通孔或局部緻密

性較低的部位，纖維係均勻地填充於分離器中。因此，平滑度為500秒以上的分離器可提高空氣阻力，且易滿足上述式2。又，平滑度較高的分離器，分離器的內部及表層之面方向的緻密性均較高。例如在鋰離子二次電池中，會隨著充放電而由負極向正極長出枝晶(以樹狀或者針狀析出之鋰的結晶)，導致兩極電性接觸而短路，或枝晶穿破分離器而造成短路。然而，表層之面方向的緻密性較高的本發明之分離器，未有如枝晶生長的基點之局部不存在纖維的部位。因此，可防止枝晶局部生長，而提升分離器的耐短路性。又，由於分離器表層的緻密性較高，縱有電極箔粉等雜質或電極箔毛邊等時，仍可減少此等刺穿分離器而貫穿，而導致短路的風險。

另一方面，平滑度若未達500秒，則不易將空氣阻力、耐短路性提高至一定程度以上。

而且，平滑度若超過2000秒，熱塑性合成纖維會發生熔融，或合成纖維彼此或者合成纖維與纖維素纖維發生熔接。此時，分離器表面會如薄膜般排斥液體，而可能發生電化學元件的電阻增大、電解液的含浸性或保持性變差等不良情形。另一方面，平滑度為2000秒以下的分離器則不會因加壓壓縮而導致熱塑性合成纖維發生熔融，或合成纖維彼此或者合成纖維與纖維素纖維發生熔接。

由此，分離器的平滑度較佳為500～2000秒的範圍。

此外，本實施形態例中的平滑度係指貝克平滑度。

【0039】分離器的原纖化率較佳為7.0～20.0%的範

圍。

分離器的原纖化率若為20.0%以下，則容易發生幹纖維的移動，幹纖維彼此壓接而使電阻增大，或電解液的含浸性、保持性不會變差。另一方面，原纖化率若超過20.0%，幹纖維經原纖強固地固定，而阻礙幹纖維的移動。又，分離器的原纖化率若為7.0%以上，由於纖維經適度地微細化，可提升分離器之電解液的保持性，而且可提升耐短路性。另一方面，原纖化率若未達7.0%，則不易提升分離器之電解液的保持性或耐短路性。

由此，分離器的原纖化率較佳為7.0～20.0%的範圍。

此外，本實施形態例的原纖化率係指使用「JIS P 8226-2『採紙漿-光學式自動分析法之纖維長測定方法-第2部：非偏光法(ISO16065-2)』」所規定之測定器所測得之「Fibrillation」的值。

【0040】以下，就本發明之電化學元件用分離器及具備該電化學元件用分離器之電化學元件的具體之各種實施例、比較例等詳細加以說明。

【0041】此外，於本實施例中，係全部採用藉由抄紙法形成分離器的濕式不織布，惟，只要分離器的厚度 X 與空氣阻力 Y 滿足上述式1，則分離器的形成方法非限定於抄紙法。例如，縱為藉由鑄塑等將纖維分散液製成薄片的方法亦無問題。

【0042】

[分離器及電化學元件的評定方法]

分離器及電化學元件的具體特性係依以下條件及方法來進行。

【 0043】

[厚度]

使用「JIS C 2300-2『電用纖維素紙-第2部：試驗方法』5.1 厚度」所規定之「5.1.1 使用測定器及測定方法 a 外側測微計時」的測微計，以摺疊成「5.1.3 將紙摺疊而量測厚度時」之10張的方法來測定分離器的厚度(μm)。

【 0044】

[密度]

以「JIS C 2300-2『電用纖維素紙-第2部：試驗方法』7.0A 密度」之B法所規定的方法測定絕對乾燥狀態之基重(g/m^2)，而算出分離器的密度(g/cm^3)。

【 0045】

[空氣阻力]

以「JIS P 8117『紙及板紙-透氣度及空氣阻力試驗方法(中間區域)-哥雷法』」所規定的方法，使用B形試驗機測定分離器的空氣阻力。

【 0046】

[分離器的平滑度]

依循「JIS P 8119『紙及板紙-採貝克平滑度試驗機之平滑度試驗方法』」來測定分離器的貝克平滑度(秒)。

【 0047】

[分離器的原纖化率]

使用「JIS P 8226-2『採紙漿-光學式自動分析法之纖維長測定方法-第2部：非偏光法(ISO16065-2)』」所規定之測定器，將分離器薄片離解，使用分散之纖維來測定原纖化率。

具體而言，係採用使用「Kajaani Fiber Lab.4」所測得之「Fibrillation」的值。「Fibrillation」的值可藉由將「Kajaani Fiber Lab.4」之測定結果的Calculated Values薄片或測定結果以文字檔輸出而得。

此外，「Fibrillation」係指測定分散於水中之纖維的投影面積，接著測定原纖的投影面積；由此原纖的投影面積除以纖維的投影面積所示之數值(%)。於本實施形態例中，係以「Fibrillation」的值作為原纖化率。

【0048】

[電化學元件]

使分離器中介存在於兩電極材料之間，並予以捲繞而製成元件捲。

各電化學元件係藉由將此元件捲與電解液封入於殼體中而得。具體而言，係依以下方法製作鋁電解電容器、電雙層電容器、鋰離子二次電池之各電化學元件。

【0049】

[鋁電解電容器的製作方法]

使分離器中介存在於經過蝕刻處理及氧化皮膜形成處理的陽極鋁箔與陰極鋁箔間並予以捲繞而得到電容器元件捲。使電解液含浸於此元件捲，予以封入於殼體後封口，

而製成直徑 10mm、高度 20mm、額定電壓 63V、額定容量 120 μ F 的鋁電解電容器。

【0050】

[電雙層電容器的製作方法]

將活性碳電極與分離器捲繞，而得到電雙層電容器元件捲。將此元件捲收納於有底圓筒狀鋁製殼體內，注入碳酸仲丙酯溶媒中溶有電解質之四乙銨四氟硼酸鹽的電解液並進行真空含浸後，以封口橡皮筋密封。如此製成額定電壓 2.5V、容量 300F、直徑 35mm、高度 60mm 的電雙層電容器。

【0051】

[鋰離子二次電池的製作方法]

作為正極材料係使用鋰離子二次電池用之鈷酸鋰電極，作為負極材則使用石墨電極，將其與分離器共同捲繞，而得到鋰離子二次電池元件捲。將此元件捲收納於有底圓筒狀殼體內，注入碳酸仲乙酯與碳酸二乙酯的混合溶媒中溶有電解質之六氟磷酸鋰的電解液並以壓機封口。如此製成額定電壓 3.7V、額定容量 3000mAh、直徑 18mm、高度 65mm 的鋰離子二次電池。

【0052】製成之各電化學元件係根據以下方法測定其特性。此外，各電化學元件係按各例各製作 1000 個，使用於以下的特性評定。

【0053】

[含浸性]

使用製成之元件捲，根據以下方法測定含浸速度。

使電解液含浸於各元件捲時，量測由注入電解液或者將元件浸漬於電解液時起至達到額定靜電電容或額定放電容量的80%的時間，來進行含浸性的評定。

此測定係於元件捲製作時，對各元件捲各進行20次，以其平均值作為含浸時間。此外，於含浸時未進行減壓等而進行測定。

就鋁電解電容器，含浸時間為4分鐘以內者係評為「○」；超過4分鐘且為6分鐘以內者係評為「△」；超過6分鐘者則評為「×」。

又，就電雙層電容器及鋰離子二次電池，含浸時間為10分鐘以內者係評為「○」；超過10分鐘且為15分鐘以內者係評為「△」；超過15分鐘者則評為「×」。

【0054】

[短路不良率]

電化學元件的短路不良率係將充電電壓未上升至額定電壓的情形視為短路不良，由此等為短路不良之電化學元件的個數除以供予靜電電容測定的電化學元件數，以百分率表示短路不良率。

【0055】

[阻抗]

鋁電解電容器的阻抗係使用LCR計，於20℃下以1kHz之頻率來測定。

【0056】

[內電阻]

電雙層電容器的內電阻係根據「JIS C 5160-1『電子設備用固定電雙層電容器第1部：品目別通則』」所規定之「4.6內電阻」的交流(a.c.)電阻法來測定。

又，鋰離子二次電池的內電阻係依循「JIS C 8715-1『產業用鋰二次電池之單電池及電池系統-第一部：性能要求事項』」所規定之「8.6.3交流內電阻」來測定。

【0057】

[加熱所產生的容量變化率]

以量測在高溫環境下的特性劣化為目的，而求取電化學元件之加熱所產生的容量變化率。

鋁電解電容器之加熱所產生的容量變化率係根據以下方法求得。

根據「JIS C5101-1『電子設備用固定電容器第1部：品目別通則』」所規定之「4.7 靜電電容」之方法，測定初始靜電電容。

其次，將鋁電解電容器靜置於160℃環境下250小時(進行加熱處理)後，依上述方法測定加熱處理後的靜電電容。然後，利用加熱處理前後的靜電電容，依以下式3算出加熱所產生的容量變化率：

$$\text{式3： } C = \{1 - (C1 - C2) / C1\} \times 100$$

C：加熱所產生的容量變化率(%)

C1：初始容量(F)

C2：加熱後的容量(F)。

【0058】電雙層電容器之加熱所產生的容量變化率係根據以下方法求得。

根據「JIS C 5160-1『電子設備用固定電雙層電容器』」所規定之「4.5靜電電容」的定電流放電法，測定初始靜電電容。

其次，將電雙層電容器靜置於150℃環境下1小時(進行加熱處理)後，依上述方法測定加熱處理後的靜電電容。然後，利用加熱處理前後的靜電電容，依式3算出加熱所產生的容量變化率。

【0059】鋰離子二次電池之加熱所產生的容量變化率係根據以下方法求得。

依循「JIS C 8715-1『產業用鋰二次電池之單電池及電池系統-第一部：性能要求事項』」所規定之「8.4.1放電性能試驗」來測定初始放電容量。

其次，將鋰離子二次電池靜置於150℃環境下1小時(進行加熱處理)後，依上述方法測定加熱處理後的放電容量。然後，利用加熱處理前後的放電容量，依以下式4算出加熱所產生的容量變化率：

$$\text{式4： } C = \{1 - (C1 - C2) / C1\} \times 100$$

C：加熱所產生的容量變化率(%)

C1：初始容量(mA)

C2：加熱後的容量(mA)。

【0060】以下，就本發明之具體實施例、比較例及往例加以說明。

此外，各實施例之分離器係使用溶劑紡絲纖維素纖維(以下為萊賽爾纖維)作為纖維素纖維，並以採抄紙機之抄紙法製得分離器。

【0061】

(實施例1)

對90質量%的萊賽爾纖維進行打漿，與10質量%之纖維徑 $2.0\mu\text{m}$ 、長度2mm的聚對苯二甲酸乙二酯纖維(下稱PET纖維)混合並進行長網抄紙，而得到基重 $3.0\text{g}/\text{m}^2$ 、厚度 $9.0\mu\text{m}$ 的薄片。對此薄片藉由軟軋光進行厚度調整，而得到厚度 $5.0\mu\text{m}$ 、密度 $0.60\text{g}/\text{cm}^3$ 的分離器。

此分離器的空氣阻力為17.4秒/100ml，原纖化率為7.1%、貝克平滑度為516.9秒。

【0062】

(實施例2)

對50質量%的萊賽爾纖維進行打漿，與50質量%之纖維徑 $2.5\mu\text{m}$ 、長度3mm的PET纖維混合並進行長網抄紙，而得到基重 $12.0\text{g}/\text{m}^2$ 、厚度 $32.5\mu\text{m}$ 的薄片。對此薄片藉由軟軋光進行厚度調整，而得到厚度 $20.0\mu\text{m}$ 、密度 $0.60\text{g}/\text{cm}^3$ 的分離器。

此分離器的空氣阻力為6.6秒/100ml，原纖化率為9.8%、貝克平滑度為805.6秒。

【0063】

(實施例3)

對70質量%的萊賽爾纖維進行打漿，與30質量%之纖

維徑 $2.5\mu\text{m}$ 、長度 4mm 的 PET 纖維混合並進行長網抄紙，而得到基重 $22.5\text{g}/\text{m}^2$ 、厚度 $60.0\mu\text{m}$ 的薄片。對此薄片藉由軟軋光進行厚度調整，而得到厚度 $30.0\mu\text{m}$ 、密度 $0.75\text{g}/\text{cm}^3$ 的分離器。

此分離器的空氣阻力為 $37.9\text{秒}/100\text{ml}$ ，原纖化率為 14.7% 、貝克平滑度為 1546.7秒 。

【0064】

(實施例 4)

對 75% 的萊賽爾纖維進行打漿，與 25% 之纖維徑 $15\mu\text{m}$ 、長度 5mm 的聚丙烯纖維(下稱 PP 纖維)混合並進行圓網抄紙，而得到基重 $15.6\text{g}/\text{m}^2$ 、厚度 $50.0\mu\text{m}$ 的薄片。對此薄片藉由軟軋光進行厚度調整，而得到厚度 $30.0\mu\text{m}$ 、密度 $0.52\text{g}/\text{cm}^3$ 的分離器。

此分離器的空氣阻力為 $4.7\text{秒}/100\text{ml}$ ，原纖化率為 8.0% 、貝克平滑度為 643.4秒 。

【0065】

(實施例 5)

對 80% 的萊賽爾纖維進行打漿，與 20% 之纖維徑 $4\mu\text{m}$ 、長度 3mm 的丙烯酸纖維混合並進行長網抄紙，而得到基重 $7.0\text{g}/\text{m}^2$ 、厚度 $17.0\mu\text{m}$ 的薄片。對此薄片藉由軟軋光進行厚度調整，而得到厚度 $10.0\mu\text{m}$ 、密度 $0.70\text{g}/\text{cm}^3$ 的分離器。

此分離器的空氣阻力為 $13.0\text{秒}/100\text{ml}$ ，原纖化率為 12.5% 、貝克平滑度為 1217.8秒 。

【 0066】**(實施例 6)**

對 75 質量 % 的萊賽爾纖維進行打漿，與 25 質量 % 之纖維徑 $2.5\mu\text{m}$ 、長度 3mm 的 PET 纖維混合並進行長網抄紙，而得到基重 $4.2\text{g}/\text{m}^2$ 、厚度 $10.0\mu\text{m}$ 的薄片。對此薄片藉由軟軋光進行厚度調整，而得到厚度 $6.0\mu\text{m}$ 、密度 $0.70\text{g}/\text{cm}^3$ 的分離器。

此分離器的空氣阻力為 38.4 秒 / 100ml，原纖化率為 19.8%、貝克平滑度為 1922.3 秒。

【 0067】**(實施例 7)**

對 75 質量 % 的萊賽爾纖維進行打漿，與 25 質量 % 之纖維徑 $2.5\mu\text{m}$ 、長度 3mm 的 PET 纖維混合並進行長網抄紙，而得到基重 $10.2\text{g}/\text{m}^2$ 、厚度 $25.0\mu\text{m}$ 的薄片。對此薄片藉由軟軋光進行厚度調整，而得到厚度 $15.0\mu\text{m}$ 、密度 $0.68\text{g}/\text{cm}^3$ 的分離器。

此分離器的空氣阻力為 33.6 秒 / 100ml，原纖化率為 17.6%、貝克平滑度為 1721.2 秒。

【 0068】**(實施例 8)**

對 70 質量 % 的萊賽爾纖維進行打漿，與 30 質量 % 之纖維徑 $2.5\mu\text{m}$ 、長度 3mm 的 PET 纖維混合並進行長網抄紙，而得到基重 $12.0\text{g}/\text{m}^2$ 、厚度 $30.0\mu\text{m}$ 的薄片。對此薄片藉由軟軋光進行厚度調整，而得到厚度 $20.0\mu\text{m}$ 、密度 0.60

g/cm³的分離器。

此分離器的空氣阻力為 22.0 秒/100ml，原纖化率為 11.3%、貝克平滑度為 1096.7 秒。

【0069】

(實施例 9)

對 70 質量 % 的萊賽爾纖維進行打漿，與 30 質量 % 之纖維徑 3 μ m、長度 3mm 的 PET 纖維混合並進行長網抄紙，而得到基重 17.5g/m²、厚度 42.5 μ m 的薄片。對此薄片藉由軟軋光進行厚度調整，而得到厚度 25.0 μ m、密度 0.70g/cm³的分離器。

此分離器的空氣阻力為 27.9 秒/100ml，原纖化率為 13.9%、貝克平滑度為 993.1 秒。

【0070】

(實施例 10)

對 75 質量 % 的萊賽爾纖維進行打漿，與 25 質量 % 之纖維徑 2 μ m、長度 2mm 的 PET 纖維混合並進行長網抄紙，而得到基重 3.3g/m²、厚度 9.5 μ m 的薄片。對此薄片藉由軟軋光進行厚度調整，而得到厚度 6.0 μ m、密度 0.55g/cm³的分離器。

此分離器的空氣阻力為 10.0 秒/100ml，原纖化率為 18.5%、貝克平滑度為 432.0 秒。

【0071】

(實施例 11)

對 70 質量 % 的萊賽爾纖維進行打漿，與 30 質量 % 之纖

維徑 $2.5\mu\text{m}$ 、長度 3mm 的 PET 纖維混合並進行長網抄紙，而得到基重 $9.0\text{g}/\text{m}^2$ 、厚度 $23.0\mu\text{m}$ 的薄片。對此薄片藉由軟軋光進行厚度調整，而得到厚度 $15.0\mu\text{m}$ 、密度 $0.60\text{g}/\text{cm}^3$ 的分離器。

此分離器的空氣阻力為 $6.0\text{秒}/100\text{ml}$ ，原纖化率為 12.2% 、貝克平滑度為 467.9秒 。

【0072】

(實施例 12)

對 70% 質量 % 的萊賽爾纖維進行打漿，與 30% 質量 % 之纖維徑 $3\mu\text{m}$ 、長度 3mm 的 PET 纖維混合並進行圓網抄紙，而得到基重 $12.5\text{g}/\text{m}^2$ 、厚度 $35.0\mu\text{m}$ 的薄片。對此薄片藉由軟軋光進行厚度調整，而得到厚度 $25.0\mu\text{m}$ 、密度 $0.50\text{g}/\text{cm}^3$ 的分離器。

此分離器的空氣阻力為 $3.1\text{秒}/100\text{ml}$ ，原纖化率為 9.5% 、貝克平滑度為 401.2秒 。

【0073】

(比較例 1)

對 30% 質量 % 的萊賽爾纖維進行打漿，與 70% 質量 % 之纖維徑 $3\mu\text{m}$ 、長度 3mm 的 PET 纖維混合並進行長網抄紙，而得到基重 $19.5\text{g}/\text{m}^2$ 、厚度 $45.0\mu\text{m}$ 的薄片。對此薄片藉由軟軋光進行厚度調整，而得到厚度 $30.0\mu\text{m}$ 、密度 $0.65\text{g}/\text{cm}^3$ 的分離器。

此分離器的空氣阻力為 $16.9\text{秒}/100\text{ml}$ ，原纖化率為 9.4% 、貝克平滑度為 2361.1秒 。

【 0074】

(比較例 2)

對 70 質量 % 的萊賽爾纖維進行打漿，與 30 質量 % 之纖維徑 $3\mu\text{m}$ 、長度 3mm 的 PET 纖維混合並進行長網抄紙，而得到基重 $19.3\text{g}/\text{m}^2$ 、厚度 $45.5\mu\text{m}$ 的薄片。對此薄片藉由軟軋光進行厚度調整，而得到厚度 $35.0\mu\text{m}$ 、密度 $0.55\text{g}/\text{cm}^3$ 的分離器。

此分離器的空氣阻力為 5.4 秒 / 100ml，原纖化率為 5.5 %、貝克平滑度為 703.0 秒。

【 0075】

(比較例 3)

對 70 質量 % 的萊賽爾纖維進行打漿，與 30 質量 % 之纖維徑 $2\mu\text{m}$ 、長度 3mm 的 PET 纖維混合並進行長網抄紙，而得到基重 $1.8\text{g}/\text{m}^2$ 、厚度 $5.0\mu\text{m}$ 的薄片。對此薄片藉由軟軋光進行厚度調整，而得到厚度 $3.0\mu\text{m}$ 、密度 $0.60\text{g}/\text{cm}^3$ 的分離器。

此分離器的空氣阻力為 13.0 秒 / 100ml，原纖化率為 13.5 %、貝克平滑度為 1512.5 秒。

【 0076】

(比較例 4)

對 70 質量 % 的萊賽爾纖維進行打漿，與 30 質量 % 之纖維徑 $3\mu\text{m}$ 、長度 3mm 的 PET 纖維混合並進行圓網抄紙，而得到基重 $15.0\text{g}/\text{m}^2$ 、厚度 $40.0\mu\text{m}$ 的薄片。對此薄片藉由軟軋光進行厚度調整，而得到厚度 $25.0\mu\text{m}$ 、密度 $0.60\text{g}/\text{cm}^3$

的分離器。

此分離器的空氣阻力為 1.6 秒 / 100ml，原纖化率為 12.3%、貝克平滑度為 1269.7 秒。

【 0077】

(比較例 5)

對 70 質量 % 的萊賽爾纖維進行打漿，與 30 質量 % 之纖維徑 3 μ m、長度 3mm 的 PET 纖維混合並進行圓網抄紙，而得到基重 10.5g/m²、厚度 25.5 μ m 的薄片。對此薄片藉由軟軋光進行厚度調整，而得到厚度 15.0 μ m、密度 0.70g/cm³ 的分離器。

此分離器的空氣阻力為 3.1 秒 / 100ml，原纖化率為 16.6%、貝克平滑度為 1013.5 秒。

【 0078】

(比較例 6)

對 70 質量 % 的萊賽爾纖維進行打漿，與 30 質量 % 之纖維徑 3 μ m、長度 3mm 的 PET 纖維混合並進行長網抄紙，而得到基重 6.0g/m²、厚度 15.5 μ m 的薄片。對此薄片藉由軟軋光進行厚度調整，而得到厚度 10.0 μ m、密度 0.60g/cm³ 的分離器。

此分離器的空氣阻力為 5.5 秒 / 100ml，原纖化率為 7.7%、貝克平滑度為 612.0 秒。

【 0079】

(比較例 7)

對 70 質量 % 的萊賽爾纖維進行打漿，與 30 質量 % 之纖

維徑 $3\mu\text{m}$ 、長度 3mm 的 PET 纖維混合並進行長網抄紙，而得到基重 $2.3\text{g}/\text{m}^2$ 、厚度 $6.5\mu\text{m}$ 的薄片。對此薄片藉由軟軋光進行厚度調整，而得到厚度 $3.0\mu\text{m}$ 、密度 $0.75\text{g}/\text{cm}^3$ 的分離器。

此分離器的空氣阻力為 $38.9\text{秒}/100\text{ml}$ ，原纖化率為 19.5% 、貝克平滑度為 1997.3秒 。

【0080】

(往例 1)

對萊賽爾纖維高度進行打漿並進行圓網抄紙，而得到厚度 $30.0\mu\text{m}$ 、密度 $0.40\text{g}/\text{cm}^3$ 的分離器。

此分離器的空氣阻力為 $2.1\text{秒}/100\text{ml}$ ，原纖化率為 21.2% 、貝克平滑度為 115.3秒 。

此外，此分離器僅藉由抄紙而形成，未經厚度調整處理。

【0081】

(往例 2)

對往例 1 之分離器藉由軟軋光進行厚度調整，而得到厚度 $20.0\mu\text{m}$ 、密度 $0.60\text{g}/\text{cm}^3$ 的分離器。

此分離器的空氣阻力為 $3.3\text{秒}/100\text{ml}$ ，原纖化率為 21.2% 、貝克平滑度為 321.1秒 。

【0082】

(往例 3)

對 70% 質量 % 的萊賽爾纖維進行打漿，與 30% 質量 % 之纖維徑 $2.5\mu\text{m}$ 、長度 3mm 的 PET 纖維混合並進行長網抄紙，

而得到厚度 $30.0\mu\text{m}$ 、密度 $0.40\text{g}/\text{cm}^3$ 的分離器。

此分離器的空氣阻力為 $4.7\text{秒}/100\text{ml}$ ，原纖化率為 25.5% 、貝克平滑度為 112.3秒 。

【0083】

(往例4)

對 70% 質量%的萊賽爾纖維進行打漿，與 30% 質量%之纖維徑 $2.5\mu\text{m}$ 、長度 2mm 的PET纖維混合並進行長網抄紙，而得到基重 $30.0\text{g}/\text{m}^2$ 、厚度 $75.0\mu\text{m}$ 的薄片。對此薄片藉由硬軋光進行厚度調整，而得到厚度 $30.0\mu\text{m}$ 、密度 $1.00\text{g}/\text{cm}^3$ 的分離器。

此分離器的空氣阻力為 $31.2\text{秒}/100\text{ml}$ ，原纖化率為 8.3% 、貝克平滑度為 1646.5秒 。

【0084】

(往例5)

將厚度 $30.0\mu\text{m}$ 、基重 $19\text{g}/\text{m}^2$ 的聚乙烯製微多孔膜作為分離器。此分離器的密度為 $0.63\text{g}/\text{cm}^3$ 。

此分離器由於非為由纖維所構成之分離器，而無法測得原纖化率。此分離器的空氣阻力為 $135.1\text{秒}/100\text{ml}$ 、貝克平滑度為 6764.8秒 。

【0085】

(往例6)

以往例4之分離器為基材，對基材兩面塗佈氧化鋁粉末並加以乾燥，而得到厚度 $35.0\mu\text{m}$ 、密度 $0.81\text{g}/\text{cm}^3$ 的分離器。此外，為了使氧化鋁粉末保持於基材上，而使用聚

偏二氟乙烯黏結劑。

此分離器由於為在往例4之分離器設置無機層之分離器，而無法測得原纖化率。此分離器的空氣阻力為169.0秒/100ml。就貝克平滑度，於測定中無機粉末緩緩地持續脫落，而無法正確地測得。

【0086】將各實施例、比較例、往例之分離器的評定結果示於表1。

又，將使用各例之分離器所製作之電化學元件的評定結果示於表2。

【0087】

【表1】

	分離器					
	纖維含量	厚度	密度	空氣阻力	原纖維化率	貝克平滑度
	%	μm	g/cm ³	秒/100ml	%	秒
實施例 1	萊賽爾 90 PET10	5	0.60	17.4	7.1	516.9
實施例 2	萊賽爾 50 PET50	20	0.60	6.6	9.8	805.6
實施例 3	萊賽爾 70 PET30	30	0.75	37.9	14.7	1546.7
實施例 4	萊賽爾 75 PP25	30	0.52	4.7	8.0	643.4
實施例 5	萊賽爾 80 acryl 20	10	0.70	13.0	12.5	1217.8
實施例 6	萊賽爾 75 PET25	6	0.70	38.4	19.8	1922.3
實施例 7	萊賽爾 75 PET25	15	0.68	33.6	17.6	1721.2
實施例 8	萊賽爾 70 PET30	20	0.60	22.0	11.3	1096.7
實施例 9	萊賽爾 70 PET30	25	0.70	27.9	13.9	993.1
實施例 10	萊賽爾 75 PET25	6	0.55	10.0	18.5	432.0
實施例 11	萊賽爾 70 PET30	15	0.60	6.0	12.2	467.9
實施例 12	萊賽爾 70 PET30	25	0.50	3.1	9.5	401.2
比較例 1	萊賽爾 30 PET70	30	0.65	16.9	9.4	2361.1
比較例 2	萊賽爾 70 PET30	35	0.55	5.4	5.5	703.0
比較例 3	萊賽爾 70 PET30	3	0.60	13.0	13.5	1512.5
比較例 4	萊賽爾 70 PET30	25	0.60	1.6	12.3	1269.7
比較例 5	萊賽爾 70 PET30	15	0.70	3.1	16.6	1013.5
比較例 6	萊賽爾 70 PET30	10	0.60	5.5	7.7	612.0
比較例 7	萊賽爾 70 PET30	3	0.75	38.9	19.5	1997.3
往例 1	萊賽爾 100	30	0.40	2.1	21.2	115.3
往例 2	萊賽爾 100	20	0.60	3.3	21.2	321.1
往例 3	萊賽爾 70 PET30	30	0.40	4.7	25.5	112.3
往例 4	萊賽爾 70 PET30	30	1.00	31.2	8.3	1646.5
往例 5	-	30	0.63	135.1	-	6764.8
往例 6	-	35	0.81	169.0	-	-

【 0088 】

【表 2】

	鋁電解電容器				電雙層電容器				鋰離子二次電池			
	短路不良率 %	阻抗 mΩ	含浸性	加熱後的容量變化率 %	短路不良率 %	內電阻 mΩ	含浸性	加熱後的容量變化率 %	短路不良率 %	內電阻 mΩ	含浸性	加熱後的容量變化率 %
實施例 1	0	112	○	10	0	0.30	○	10	0	45	○	14
實施例 2	0	124	○	8	0	0.36	○	9	0	50	○	12
實施例 3	0	135	○	9	0	0.40	○	9	0	57	○	14
實施例 4	0	125	○	8	0	0.38	○	7	0	52	○	11
實施例 5	0	119	○	7	0	0.33	○	7	0	48	○	10
實施例 6	0	113	○	11	0	0.31	○	11	0	45	○	17
實施例 7	0	129	○	10	0	0.39	○	10	0	52	○	16
實施例 8	0	120	○	7	0	0.35	○	7	0	49	○	12
實施例 9	0	130	○	8	0	0.47	○	8	0	55	○	11
實施例 10	0	102	○	15	0.3	0.25	○	15	0.4	39	○	23
實施例 11	0	105	○	11	0.3	0.26	○	11	0.2	40	○	18
實施例 12	0	109	○	16	0.1	0.29	○	16	0.1	42	○	24
比較例 1	2.3	221	△	22	3.1	0.60	△	25	4.6	90	△	34
比較例 2	0.1	230	○	20	0.5	0.62	○	20	0.5	90	○	30
比較例 3	1.9	116	○	9	2.5	0.31	○	7	4.4	47	○	16
比較例 4	0.3	114	○	9	0.6	0.30	○	8	0.6	46	○	18
比較例 5	0.2	112	○	9	0.9	0.31	○	8	0.8	46	○	18
比較例 6	0.7	111	○	8	1.1	0.30	○	7	1.0	45	○	17
比較例 7	1.3	122	○	8	1.7	0.36	○	7	3.2	53	○	17
往例 1	0	190	△	23	0.7	0.58	△	24	1.1	89	△	31
往例 2	0	202	△	23	0.5	0.61	△	23	0.6	95	△	31
往例 3	0	182	○	20	0.9	0.55	○	19	2	84	○	30
往例 4	0	280	×	29	0	0.71	×	26	0	92	×	33
往例 5	0	245	×	-	0	0.75	×	-	0	95	×	-
往例 6	0	295	×	-	0	0.84	×	-	0	106	×	-

【0089】又，針對表1之實施例、比較例、往例之各例的分離器，比較厚度與空氣阻力的關係而示於圖1。圖1中，線1表示本發明之分離器的厚度之下限，線2表示本發明之分離器的厚度之上限，線3表示本發明之分離器的空氣阻力之上限，線11表示式1之邊界線，線12表示式2之邊界線。

【0090】由表2可知，各實施例之鋁電解電容器未發生短路不良。電雙層電容器及鋰離子二次電池的短路不良率亦未達0.5%而極低。又，與往例之電化學元件相比，亦可降低阻抗及內電阻。而且，含浸性亦全為「○」，再者，各實施例之鋁電解電容器及電雙層電容器之靜電電容的變化率亦為20%以下，鋰離子二次電池之放電容量的變化率亦為30%以下而良好。

【0091】比較例1之分離器其熱塑性合成纖維的含量多達70質量%，纖維素纖維的含量則少至30質量%。而且，使用比較例1之分離器的各電化學元件，儘管分離器的貝克平滑度高達2361.1秒，仍發生了短路不良。研判此係因纖維素纖維的含量較少，結果導致分離器的緻密性變差之故。又，由於貝克平滑度較高，電化學元件的阻抗及內電阻均為與各往例相等之水準，電化學元件加熱後的容量變化率亦未減少。研判此係因無法提升電解液的保持量及保持性之故。

由比較例1與各實施例之比較，可知係以熱塑性合成纖維的含量為50質量%以下、纖維素纖維的含量為50質

量%以上為佳。又，可知貝克平滑度較佳為2000秒以下。

【0092】比較例2之分離器其厚度為35 μm 。因此，儘管分離器的原纖化率低至5.5%，電化學元件的阻抗及內電阻仍較高，為與各往例相等之水準。

又，各實施例之分離器，與比較例2之分離器相比由於原纖化率較高，電解液的保持性及緻密性較高，可降低加熱後的容量變化率及短路不良率。

由比較例2與各實施例之比較，可知分離器的厚度較佳為30.0 μm 以下。又，可知原纖化率較佳為7.0%以上。

【0093】比較例3之分離器其厚度為3.0 μm 。而且，使用此分離器之電化學元件，發生了短路不良。由比較例3與各實施例之比較，可知分離器的厚度較佳為5.0 μm 以上。

【0094】比較例4之分離器其厚度為25.0 μm 、空氣阻力為1.6秒/100ml。又，比較例5之分離器其厚度為15.0 μm 、空氣阻力為3.1秒/100ml。再者，比較例6之分離器其厚度為10.0 μm 、空氣阻力為5.5秒/100ml。比較例4至比較例6之分離器未滿足上述式1。

而且，使用此等分離器之電化學元件，發生了短路不良。

由各實施例與比較例4至比較例6之比較可知，藉由滿足式1，可提升分離器的遮蔽性，並可減少電化學元件的短路不良。

【0095】比較例7之分離器係與比較例3同樣地厚度為

3.0 μm 。此分離器與比較例3相比空氣阻力大幅提高，但使用此分離器的電化學元件發生了短路不良。由此可知，分離器的厚度過薄時，即使提高分離器的空氣阻力，亦無法提升遮蔽性。

【0096】往例1之分離器為僅由纖維素纖維所構成的分離器。

由往例1與各實施例之比較可知，透過使用含有合成纖維的本發明之分離器，可降低加熱後的容量變化率。研判這是因為，藉由合成纖維而使分離器對電解液的化學穩定性提升之故。由此可知，係以熱塑性纖維的含量為10質量%以上、纖維素纖維的含量為90質量%以下為佳。又，各實施例之電化學元件與往例1之電化學元件相比電阻較低。研判此係因合成纖維會適度地阻礙纖維素的氫鍵之故；由此亦可知，含有合成纖維之優點極顯著。

而且，往例1之分離器由於密度低至0.40g/cm³，使用此分離器之電雙層電容器及鋰離子二次電池發生了短路不良。

【0097】往例2之分離器為對往例1之分離器藉由軟軋光進行厚度調整而成的分離器。此分離器雖因厚度調整而使空氣阻力上升，但即便如此，使用此分離器之電雙層電容器或鋰離子二次電池仍發生了短路不良。於此，即使進一步進行用於往例1及往例2之分離器的纖維素纖維之打漿來提升耐短路性時，預料電化學元件的電阻仍會進一步增大。

【0098】往例3之分離器，為提高緻密性而將纖維高度微細化，分離器的原纖化率高達25.5%，但未實施厚度調整加工，密度低至 0.40g/cm^3 。

而且，使用各實施例之分離器的電化學元件，與使用往例3之分離器的電化學元件相比短路不良率較低。

由往例3與各實施例之比較，可知分離器的密度較佳為 0.50g/cm^3 以上。

【0099】往例4之分離器其密度為 1.00g/cm^3 。這是因為構成分離器的纖維彼此因過度的壓縮而部分地黏結成膜狀而成一體化之故，往例4之電化學元件的阻抗或內電阻偏高。又，往例4之電化學元件的含浸性為「×」。由往例4與各實施例之比較，可知分離器的密度較佳為 0.75g/cm^3 以下。

【0100】往例5及往例6之分離器為聚乙烯製微多孔膜。往例6之分離器係對往例5之分離器實施無機塗敷而提高了耐熱性，但往例5、往例6在加熱後之容量變化率的試驗後，均未發揮作為電化學元件之機能。另一方面，各實施例之電化學元件雖可看出加熱處理所引起的些微容量減少，但仍可無問題地作動。

由此可知，透過使用含有纖維素纖維的本發明之分離器，可提升電化學元件的耐熱性。

又，往例6之塗佈有無機粉末的分離器，由於在貝克平滑度的測定中無機粉末緩緩地脫落，而無法正確測定。

由此，此等分離器在作為分離器使用於電化學元件

時，仍有無機粉末脫落之虞。

【0101】而且，若比較實施例1至實施例9與實施例10至實施例12，相較於實施例1至實施例9之各電化學元件未發生短路不良，實施例10至實施例12之電雙層電容器及鋰離子二次電池則發生了些微短路不良。

實施例1至實施例9之分離器為貝克平滑度為500秒以上之面方向的緻密性極高的分離器，係遮蔽性良好且滿足式2的分離器。由此可知，藉由滿足式1及式2，可進一步提升分離器的遮蔽性。

【0102】圖1中，式1之邊界線(11)係沿著實施例10至實施例12之各例的值，通過此等各例的值的正下方。又，式2之邊界線(12)係沿著實施例1、實施例2與實施例5之各例的值，通過此等各例的值的正下方。

由圖1之式1之邊界線11附近的實施例10至實施例12的評定結果與式1之邊界線11下方之比較例4至比較例6的評定結果可知，藉由滿足式1，可減少短路不良。又，由式2之邊界線12附近的實施例1，2，5的評定結果與式2之邊界線12下方之實施例10至實施例12的評定結果可知，藉由滿足式2，可進一步減少短路不良。

【0103】如以上所說明，本發明之分離器係以厚度為 $5.0 \sim 30.0 \mu\text{m}$ 、密度為 $0.50 \sim 0.75 \text{g/cm}^3$ ，且厚度 $X(\mu\text{m})$ 與空氣阻力 $Y(\text{秒}/100\text{ml})$ 滿足下述式1為特徵的電化學元件用分離器；

$$\text{式1： } Y \geq 0.01X^2 - 0.6X + 11.5。$$

【0104】各實施例之分離器為低於多項往例之分離器的厚度，儘管較薄，短路不良率仍較低。

透過使用本發明之分離器，可不損及分離器的電阻、電解液含浸性、電解液保持性而提升耐短路性，亦可達薄片化，且亦有助於電化學元件的小型化。

【0105】以上，既已針對本實施形態之分離器，說明採用鋁電解電容器、電雙層電容器、鋰離子二次電池之實例。

於本發明之電化學元件中，就電極材料及電解液材料、其他構件等無需特別加以限定，可使用各種材料。

此外，本發明之電化學元件用分離器亦可應用於本實施形態例中所說明以外的電化學元件，例如鋰離子電容器或鋰一次電池、鈉離子二次電池、鈉硫二次電池、鎂離子二次電池、鎂硫二次電池等電化學元件。

【符號說明】

【0106】

1：厚度之下限

2：厚度之上限

3：空氣阻力之上限

11：式1之邊界線

12：式2之邊界線



201933656

【發明摘要】

【中文發明名稱】

電化學元件用分離器及電化學元件

【中文】

本發明課題在於提供一種可保持分離器的耐短路性、電阻、電解液含浸性、電解液保持性之平衡，且具有化學穩定性的薄型電化學元件用分離器。

解決手段為構成一種電化學元件用分離器，其為中介存在於一對電極間而隔離兩極，且供保持電解液的電化學元件用分離器，其係由經打漿之纖維素纖維與熱塑性合成纖維所構成，該分離器的厚度為 $5.0 \sim 30.0 \mu\text{m}$ 、密度為 $0.50 \sim 0.75 \text{g/cm}^3$ ，厚度 $X(\mu\text{m})$ 與空氣阻力 $Y(\text{秒}/100\text{ml})$ 係滿足式 $1: Y \geq 0.01X^2 - 0.6X + 11.5$ 。

【指定代表圖】第(1)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

1：厚度之下限

2：厚度之上限

3：空氣阻力之上限

11：式1之邊界線

12：式2之邊界線

【特徵化學式】無

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種電化學元件用分離器，其為中介存在於一對電極間而隔離兩極，且供保持電解液的電化學元件用分離器，其特徵為：其係由經打漿之纖維素纖維與熱塑性合成纖維所構成，該分離器的厚度為 $5.0 \sim 30.0\mu\text{m}$ 、密度為 $0.50 \sim 0.75\text{g/cm}^3$ ，厚度 $X(\mu\text{m})$ 與空氣阻力 $Y(\text{秒}/100\text{ml})$ 係滿足下述式1：

$$\text{式1： } Y \geq 0.01X^2 - 0.6X + 11.5。$$

【第2項】

如請求項1之電化學元件用分離器，其中纖維中之前述纖維素纖維的含量為 $50 \sim 90$ 質量%，前述熱塑性合成纖維的含量為 $10 \sim 50$ 質量%。

【第3項】

如請求項1或請求項2之電化學元件用分離器，其中前述厚度 $X(\mu\text{m})$ 與前述空氣阻力 $Y(\text{秒}/100\text{ml})$ 係進一步滿足下述式2：

$$\text{式2： } Y \geq 0.02X^2 - 1.2X + 22.5。$$

【第4項】

如請求項1至請求項3中任一項之電化學元件用分離器，其中前述纖維素纖維為溶劑紡絲纖維素纖維。

【第5項】

如請求項1至請求項4中任一項之電化學元件用分離器，其中前述熱塑性合成纖維為選自聚酯系纖維、聚烯烴

系纖維、丙烯酸系纖維的一種以上之纖維。

【第6項】

一種電化學元件，其為使用中介存在於一對電極間而隔離兩極，且供保持電解液的分離器之電化學元件，其特徵為使用如請求項1至請求項5中任一項之電化學元件用分離器。

【第7項】

如請求項6之電化學元件，其為選自鋁電解電容器、電雙層電容器、鋰離子電容器、鋰離子二次電池、鈉離子二次電池、鈉硫二次電池、鎂離子二次電池、鎂硫二次電池的一種。

