



(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 I656250 B

(45)公告日：中華民國 108 (2019) 年 04 月 11 日

(21)申請案號：103131366

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 09 月 11 日

(51)Int. Cl. : **D01F2/00 (2006.01)****C08J5/04 (2006.01)****C08J3/05 (2006.01)****B29C70/06 (2006.01)**

(30)優先權：2013/09/11 日本

2013-188801

(71)申請人：日商日東紡績股份有限公司 (日本) NITTO BOSEKI CO., LTD. (JP)

日本

(72)發明人：和田昌範 WADA, MASANORI (JP) ; 吉村彰 YOSHIMURA, AKIRA (JP) ; 天野良彦 AMANO, YOSHIHIKO (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 200819590A

JP 2012-46848A

JP 2012-180602A

審查人員：呂易理

申請專利範圍項數：4 項 圖式數：2 共 21 頁

(54)名稱

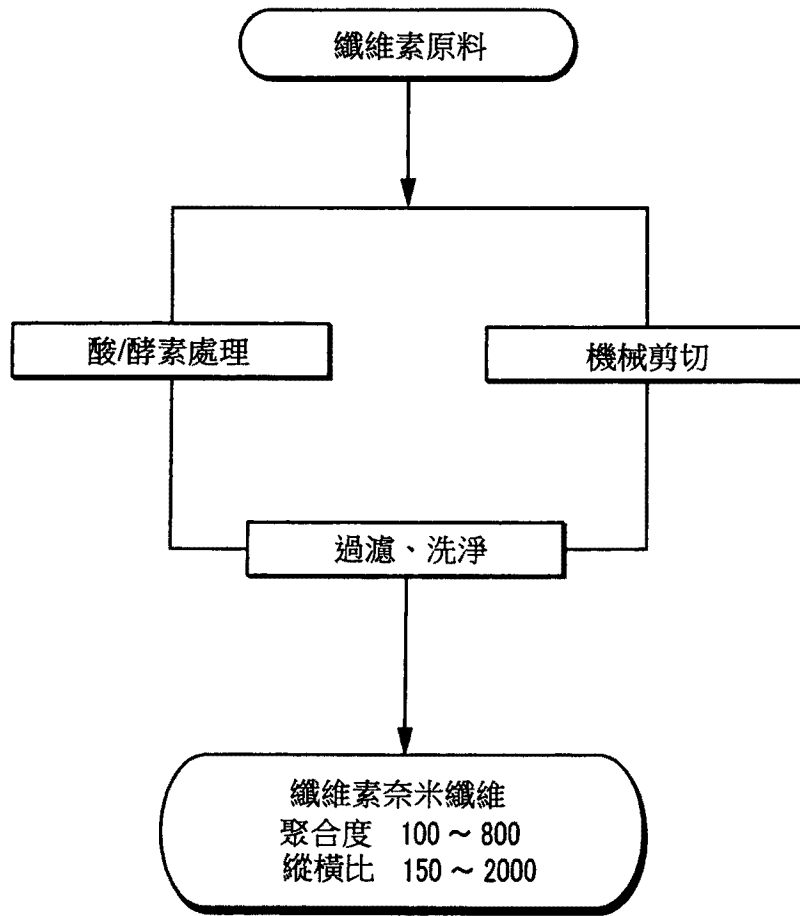
纖維素奈米纖維及其製造方法、使用該纖維素奈米纖維之水分散液、以及纖維強化複合材料

(57)摘要

本發明之課題係關於對水的分散性良好，且以高濃度可包含在水溶性聚合物之纖維素奈米纖維及獲得該纖維素奈米纖維的方法。又，關於使用該纖維素奈米纖維之纖維強化複合材料。本發明之解決手段係藉由對未修飾的纖維素進行酵素及/或酸處理後，再進行機械剪切處理，而製造平均聚合度為 100 以上 800 以下，且縱橫比為 150 以上 2000 以下的纖維素奈米纖維。因該纖維素奈米纖維係分散性良好，且以高濃度可分散在水溶性聚合物，而可獲得高強度的纖維強化複合材料。

指定代表圖：

圖 1



發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

纖維素奈米纖維及其製造方法、使用該纖維素奈米纖維之水分散液、以及纖維強化複合材料

【技術領域】

本發明係關於使纖維素奈米纖維分散於水溶性聚合物中製造纖維強化複合材料之際，獲得分散性良好的纖維素奈米纖維及獲得該纖維素奈米纖維的方法。又，關於使用該纖維素奈米纖維的纖維強化複合材料。

【先前技術】

由於纖維強化複合材料高強度且輕量，而作為飛機、汽車等構造材料，或高爾夫球桿、網球球拍等運動用品，或一般產業用途的成型用原料廣泛地被使用。

以往纖維素奈米纖維係作為纖維強化複合材料的補強材料，與碳纖維、玻璃纖維等一起使用。

雖碳纖維或玻璃纖維係作為強化纖維具有非常優異之特性，但被指摘製造上需要多能量，又，將礦物或化石燃料作為材料時，難以再利用，環境負荷高。

另一方面，甚至纖維素奈米纖維與其他強化纖維比較時，不僅可獲得優異之補強效果，亦從來自植物、或細菌等纖維素製造，製造時的環境負荷小，又，如玻璃纖維丟

棄時，有燃燒殘渣不殘留等優點。因此，近年來將纖維素奈米纖維作為強化纖維的纖維強化複合材料受到注目。

纖維素奈米纖維，係藉由均質機等機械剪切（專利文獻 1），或以含有離子液體處理（專利文獻 2）等，藉由幾種方法可製造。

使藉由上述方法製造之纖維素奈米纖維分散於水的水分散液係即使低濃度亦非常高黏度，對水溶性聚合物的分散性差。因此，將纖維素高濃度地混合至聚合物，亦即不容易高濃度地填充。於是，藉由用修飾基化學修飾纖維素奈米纖維表面的羥基，或添加添加劑，而採取使水溶性聚合物內的分散性提升的方法（專利文獻 2）。

又，揭示將低濃度纖維素奈米纖維的分散液與低濃度聚合物溶液混合後，藉由進行濃縮達到所期望強度的方法（專利文獻 3）。

〔先前技術文獻〕

〔專利文獻〕

[專利文獻 1] 日本特開 2000-17592 號公報

[專利文獻 2] 日本特開 2011-184816 號公報

[專利文獻 3] 日本特開 2011-208293 號公報

【發明內容】

〔發明欲解決課題〕

然而，將纖維素奈米纖維化學修飾時，低濃度分散液與聚合物溶液混合後，濃縮至高濃度等之前處理步驟煩

雜，因而需求不需要該等步驟之纖維素奈米纖維。

於是，使用聚合度小，且短纖維素奈米纖維時，雖實現分散性的改善，但會有所製造複合體之強度不高的問題點。

本發明係為了解決上述課題，維持作為補強材料的補強效果優異之纖維素奈米纖維的特性，同時製造不需化學修飾等之前處理步驟，並對水的分散性良好，且以高濃度可分散性良好地包含在水溶性聚合物之纖維素奈米纖維作為課題。

〔欲解決課題的手段〕

作為本發明之纖維強化複合材料的強化纖維使用之纖維素奈米纖維，由未修飾的纖維素所成，其特徵為前述纖維素奈米纖維的平均聚合度為 100 以上 800 以下，且縱橫比為 150 以上 2000 以下。

藉由使用本發明之平均聚合度、縱橫比的纖維素奈米纖維製造纖維強化複合材料，由於未修飾的纖維素奈米纖維以高濃度可分散性良好地含在水溶性聚合物，而可獲得高強度的纖維強化複合材料。

此處，未修飾意指將纖維素奈米纖維的羥基藉由醚化劑、酯化劑等未進行化學修飾。根據本發明，可獲得即使未進行化學修飾，對水的分散性良好，且以高濃度可分散性良好地包含在水溶性聚合物之纖維素奈米纖維。因此，相較以往可獲得以少步驟，且分散性良好的纖維素奈米纖

維。其結果，亦可減少製造成本。

進而，本發明之纖維素奈米纖維係將纖維素奈米纖維的平均聚合度為 100 以上 500 以下作為特徵。

若平均聚合度為 100 以上 500 以下的範圍，則可獲得更分散性良好的水分散液。

又，本發明之纖維素奈米纖維係將纖維素奈米纖維的縱橫比為 150 以上 1000 以下作為特徵。

藉由纖維素奈米纖維的縱橫比係進而為此範圍時，可獲得分散度為 95% 以上，及分散性更良好的水分散液。其結果，可高濃度地填充纖維素奈米纖維。

又，本發明之纖維素奈米纖維，係將平均纖維徑為 1nm 以上 150nm 以下作為特徵。

為上述縱橫比的範圍內，進而，藉由將平均纖維徑的範圍設為 1nm 以上 150nm 以下的纖維素奈米纖維，可獲得對水溶性聚合物的均勻分散性。其結果因充分獲得對水溶性聚合物的補強效果，亦提升成形品物性。又，因纖維素奈米纖維之對水溶性聚合物的分散性均勻，而可製造透明性高的成形品。

又，纖維強化複合材料，係藉由將前述纖維素奈米纖維分散至水溶性聚合物而獲得作為特徵。

本發明之纖維素奈米纖維係如上述對水的分散性良好，且以高濃度可分散性良好地包含在水溶性聚合物，而可獲得強度高的纖維強化複合材料。

本發明之作為纖維強化複合材料的強化纖維使用之纖

纖維素奈米纖維的水分散液，係將由未修飾的纖維素所成之平均聚合度為 100 以上 800 以下，且縱橫比為 150 以上 2000 以下之纖維素奈米纖維分散於水作為特徵。

藉由本發明者們明白瞭解此點，係使用本發明之平均聚合度、縱橫比的纖維素奈米纖維，即使為未修飾的纖維素奈米纖維，對水分散性非常良好。

進而，本發明之纖維素奈米纖維水分散液，係將纖維素奈米纖維的平均聚合度為 100 以上 500 以下作為特徵。

藉由纖維素奈米纖維的平均聚合度為上述範圍內，可獲得分散性更高的水分散液。

進而，本發明之纖維素奈米纖維水分散液，係前述纖維素奈米纖維的縱橫比為 150 以上 1000 以下作為特徵。

藉由纖維素奈米纖維的縱橫比為上述範圍內，可獲得分散性更高的水分散液。

又，本發明之纖維素奈米纖維水分散液，係纖維素奈米纖維的平均纖維徑為 1nm 以上 150nm 以下作為特徵。

藉由使用上述範圍之平均纖維徑的纖維素奈米纖維，可獲得對水分散性高的纖維素奈米纖維水分散液，使用此纖維素奈米纖維水分散液，因而可獲得拉伸強度等機械特性高的纖維強化複合材料。

又，本發明之纖維強化複合材料，係使用前述纖維素奈米纖維水分散液製造。

本發明之纖維素奈米纖維水分散液係分散性高，可高濃度地填充纖維素奈米纖維，而可獲得強度高纖維強化複

合材料。

進而，本發明之纖維素奈米纖維的製造方法，係對纖維素材料進行至少一次酵素及/或酸處理，以及至少一次機械剪切處理作為特徵。

藉由施予酵素及/或酸處理、機械剪切處理，即使設為纖維強化複合材料時的補強強化為充分，亦可獲得以高濃度分散性良好地包含在水溶性聚合物之纖維素奈米纖維。

【圖式簡單說明】

[圖 1] 展示纖維素奈米纖維的製造步驟之圖。

[圖 2] 纖維素奈米纖維的光學顯微鏡照片。

【實施方式】

以下，針對本發明邊列舉實施例邊詳細地說明。

作為本發明之纖維素奈米纖維的纖維素原料係木材、棉花、竹、紅麻、黃麻、蕉麻、藁等來自植物的原料，或酢酸菌等微生物所製造細菌纖維素、海鞘等來自動物的纖維素、布、舊紙等，若大量含有纖維素，則任何者均可使用。

由於木材、棉花、竹、紅麻、蕉麻、藁等植物資源，或酢酸菌等微生物所製造細菌纖維素係作為資源豐富存在，可較佳使用。

又，由於木材、竹、紅麻等來自植物資源的溶解紙漿

或微晶纖維素粉末係某程度去除雜質，以高比例含有纖維素，而安定且可製造對水分散性良好的纖維素奈米纖維。

〔纖維素奈米纖維之製造方法〕

如圖 1 所示，本發明之纖維素奈米纖維，係將纖維素原料分別進行至少一次酸處理及/或酵素處理、機械剪切處理，而製造平均聚合度為 100 以上 800 以下，且縱橫比為 150 以上 2000 以下者。

若只要為溶解紙漿，則纖維素濃度成為 1.0 重量%以上 2.0 重量%以下之方式使分散，並依以下的處理條件進行酸或酵素的處理。

進行酸處理時，使用 1.0 N 以上 4.0 N 以下的鹽酸或 5vol%以上 20vol%以下的硫酸，將纖維素原料浸漬於該等酸中，以 30℃ 以上 90℃ 以下處理 5 分鐘以上 120 分鐘以下。又，進行酵素處理時，以 0.01g/L 以上 1.0g/L 以下的濃度使用含內切葡聚醣酶的酵素製劑，使纖維素原料浸漬於酵素製劑中，以 20℃ 以上 40℃ 以下處理 30 分鐘以上 24 小時以下。又，亦可能酵素處理後進行酸處理。

本發明之纖維素奈米纖維的製造方法中，可能可多次進行酸處理及/或酵素處理，進行 1~2 次為佳，就製造成本的觀點而言酸處理與酵素處理之任一者進行 1 次為更佳。進行酸處理與酵素處理之任一者時，進行酸處理為佳。各一次進行酸與酵素的處理時，就處理液之調製容易性或作業性的觀點而言，進行酵素處理後進行酸處理為

佳。

作為原料可較佳使用 Nippon Paper Industries Coporation 製溶解紙漿 NSPP 或結晶性纖維素粉末 KC 絨毛等，或 FMC 製 Avicel 等。

作為酵素使用含內切葡聚醣酶（EC3.2.1.4）者即可，除經精製酵素或酵素製劑以外，亦可利用含該酵素之微生物菌體的培養液或破碎液等粗酵素溶液。

作為酵素製劑可較佳使用 Meiji Seika 製 Acremonium Cellulase 或 Meicelase、Novozymes 製 Cell Soft 或 Cell Crust、Novozyme 476、Rakuto Kasei Industrial Corporation 製 Enchiron CM 等。

雖在任一情況下藉由使用之纖維素原料均有必要改變處理時間，在此階段纖維素的平均聚合度成為 1000 以下程度為止進行處理。接著，對纖維素原料進行機械剪切，而獲得纖維素奈米纖維。

機械剪切係可使用均質混合器、超音波均質機、高性能分散機、高壓均質機、超高壓均質機、錘片式微粉碎機、水流量計數器碰撞分散機、水流量計數器碰撞分散機、推磨式粉碎機、冷凍粉碎機、球磨機、輥式破碎機、切磨機、行星式球磨機、氣流粉碎機、珠磨機、超微粉碎機、磨刀機等通常使用於剪切處理的裝置。

此處，雖以推磨式粉碎機(Masuko Sangyo Corporation 製超微粒磨碎機 MKCA6-2)進行機械剪切，亦可使用上述任一者的裝置。

本發明之纖維素奈米纖維的製造方法中，機械剪切可能可多次進行，進行 1~2 次為佳，就製造成本的觀點而言進行 1 次為佳。

機械剪切處理後藉由抽吸過濾從獲得的纖維素奈米纖維去除酸或酵素，進而以蒸餾水數次乾淨地進行洗淨。尚且，雖機械剪切處理後進行過濾、洗淨，亦可酸或酵素的處理後進行過濾、洗淨。

以掃描型電子顯微鏡（Hitachi Seisakusho 製 S-3400N）拍攝 5 張以上不重複領域的圖像，對每一張的圖像測定 10 根以上之纖維素奈米纖維的纖維徑、纖維長度。從所獲得的纖維徑及纖維長度的數據可計算平均纖維徑及平均纖維長度，並從該等數值計算縱橫比（平均纖維長度/平均纖維徑）。尚且，本發明中平均纖維長度、平均纖維徑、及縱橫比定義為作為藉此方法所計算出數值。

又，平均聚合度係藉由 TAPPI T230 標準法（黏度法）測定。具體而言，使纖維素奈米纖維溶解於 0.5M 銅乙二胺溶液，使用烏氏型黏度計測定其流出時間並計算黏度平均分子量。將藉由以上所獲得者的黏度平均分子量除以纖維素的構成單元之葡萄糖的分子量，而計算平均聚合度。尚且，本發明中平均聚合度定義為作為藉此方法所計算出數值。

以下所示實施例 1~6 之纖維素奈米纖維係以上述範圍調整酸或酵素的處理及機械剪切的程度而獲得者。另一方面，比較例 1、2 之纖維素奈米纖維係以上述範圍未進

行酸或酵素的處理及機械剪切，而獲得平均聚合度大者（比較例 1）、平均聚合度小者（比較例 2）。又，作為比較例 4 僅進行機械剪切而獲得纖維徑大的纖維素奈米纖維。

將所製造之纖維素奈米纖維的光學顯微鏡照片示於圖 2。相對於僅酵素處理、僅機械剪切時，只有獲得纖維徑、纖維長度均大的纖維，經由兩者步驟所獲得的本發明之纖維素奈米纖維（實施例 1、實施例 6）係獲得均勻的纖維。

又，平均聚合度、縱橫比為小的纖維素奈米纖維（比較例 2）係經由酵素處理、機械剪切步驟，因而雖獲得均勻的纖維，但纖維長度等與本發明之適宜範圍相異。

〔纖維強化複合材料的評價〕

使用滿足本發明之平均聚合度、縱橫比、平均纖維徑的奈米纖維（實施例 1~6），以及未滿足該等條件的奈米纖維（比較例 1、2）、未加入纖維素奈米纖維者（比較例 3），僅進行機械剪切處理者（比較例 4）製作膜，並進行光透過率、拉伸強度的評價。

膜的製作係對於樹脂將實施例 1~6、比較例 1、2、4 的纖維素奈米纖維成為 5 重量%的方式添加至聚乙烯醇水溶液，以攪拌器攪拌 30 分鐘以上。將所獲得的含纖維素奈米纖維之聚乙烯醇溶液成形膜後使乾燥，而獲得厚度 20 μ m 的含纖維素奈米纖維之聚乙烯醇膜。

分散液黏度係使用 B 型黏度計 (Toki Sangyo Corporation 製 B 型黏度計 TV-10、黏度計探頭 No.2) 以旋轉數 50rpm、測定溫度 20℃ 的條件測定各纖維素奈米纖維 1wt% 的水分散液。尚且，本發明中分散液黏度定義為作為藉此方法所測定出數值。

將所獲得的聚乙烯醇膜之光透過率、拉伸強度利用以下的方法測定，並進行纖維強化複合材料的評價。

光透過率係使用分光光度計 (Hitachi Seisakusho 製 U3900) 測定含纖維素奈米纖維之聚乙烯醇膜的 600nm 之透過率。

拉伸強度係利用拉伸試驗機 (Toyo Seiki 製 STROGRAPH VE20D) 使用 30mm 的試驗片以拉伸試驗速度 1mm/min 測定強度。

分散度係將纖維素奈米纖維 0.1 重量% 的水分散液 100ml 放入量筒，測定靜置 24 小時之際的沉降堆積後從下式計算。

$$\text{分散度}(\%) = \text{沈降體積}(\text{ml}) / \text{分散液體積}(\text{ml})$$

展現分散度愈大，分散性愈良好。尚且，本發明中分散度定義為作為藉此方法所計算出數值。

將結果示於表 1。

【表 1】

	平均 聚合度	纖維徑 (nm)	縱橫 比	分散液 黏度 (mPa·s)	分散度 (%)	光透 過率 (%)	拉伸 強度 (MPa)
實施例 1	120	40	180	125	97.2	75.1	59.8
實施例 2	160	50	200	130	97.6	74.8	60.8
實施例 3	300	35	550	150	95.2	69.7	54.8
實施例 4	400	45	750	160	95.4	68.3	51.9
實施例 5	470	40	800	165	95.5	66.9	51.0
實施例 6	800	150	2000	420	85.3	58.0	50.2
比較例 1	1300	100	10000	>600	90.4	55.1	34.5
比較例 2	90	50	20	100	98.2	62.1	33.2
比較例 3	—	—	—	—	—	77.7	47.6
比較例 4	1600	30000	100	220	19.4	57.6	42.6

本發明之纖維素奈米纖維係水分散液的分散度為 85% 以上，且水分散液的黏度亦 420mPa·s 以下時分散性非常良好。因此，所製作的膜之光透過率亦為 58.0% 以上時透明性高，拉伸強度亦為 50MPa 以上時，可獲得機械特性優異者。

特別是如示於實施例 1~5，藉由使用平均聚合度為 500 以下，且縱橫比為 1000 以下的纖維素奈米纖維，水分散液黏度為 165mPa·s 以下，分散度為 95% 以上，所製作膜之光透過率亦為 65.0% 以上時可獲得透明性高，且容易操作的纖維素奈米纖維。尚且，由於分散液黏度愈低分散性愈良好，而下限值為水分散液的黏度。更接近 1.5mPa·s 程度為止為理想。

另一方面，如示於比較例 1，使用平均聚合度高，且縱橫比大的纖維素奈米纖維時，水分散液的黏度非常高，只能獲得分散度低的水分散液，其結果所製作膜成為光透過率低，且拉伸強度低者。此係纖維素奈米纖維的分散性低，因而可思及不可均勻地分散於水溶性聚合物之故。

又，如示於比較例 2，使用平均聚合度未達 100 時聚合度小，且縱橫比非常小的纖維素奈米纖維時，雖分散性良好，但拉伸強度未達 50MPa，製作膜之際不可獲得充分的拉伸強度。

又，平均聚合度超過 800 時，分散液黏度變高，因而終究不可製成拉伸強度達成 50MPa 者。雖若纖維的縱橫比為 150 以上則作為強化纖維展現充分的補強效果，雖製作膜之際可獲得拉伸強度超過 50Mpa 的拉伸強度，但縱橫比超過 2000 時分散液黏度變成極端高，因而不可製造拉伸強度達成 50MPa 者。

進而，本發明之纖維素奈米纖維係平均聚合度為 100 以上 500 以下，且縱橫比為 150 以上 1000 以下為佳。為此範圍的纖維素奈米纖維時，分散液黏度為 165mPa·s 以下，且分散度為 95%以上時可製造分散性非常良好的纖維素奈米纖維。

又，纖維素奈米纖維係平均聚合度為 120 以上 300 以下，且縱橫比為 150 以上 600 以下為更佳。使用此範圍的纖維素奈米纖維時，拉伸強度成為幾乎超過 55MPa 者，可製造獲得強度非常高者。

進而，纖維素奈米纖維係平均聚合度為 120 以上 180 以下，且縱橫比為 150 以上 250 以下為佳。本發明之纖維素奈米纖維係具有該等範圍之平均聚合度及縱橫比，而對溶媒的分散度變成非常高之 97% 程度。又，使用該等範圍之纖維素奈米纖維的纖維強化複合材料係具有特別優異之拉伸強度及光透過性。

又，本發明之纖維素奈米纖維係平均纖維徑為 1nm 以上 150nm 以下，進而，平均纖維徑為 10nm 以上 50nm 以下為佳，平均纖維徑為 30nm 以上 50nm 以下更佳。雖平均纖維徑係亦與縱橫比密切相關，只要是此範圍的平均纖維徑，若滿足上述縱橫比者，則可獲得分散性良好，且拉伸強度高的複合材料。

接著，藉由改變對水溶性聚合物所添加纖維素奈米纖維的量製作膜，而測定膜的光透過率及拉伸強度。

相對聚乙稀醇，將在實施例 3 使用的纖維素奈米纖維成為 5 重量%以上 25 重量%以下之方式添加於聚乙稀醇水溶液，以攪拌器攪拌 30 分鐘以上。將獲得的含纖維素奈米纖維之聚乙稀醇溶液成形膜後，使乾燥，而獲得厚度 20 μ m 的含纖維素奈米纖維之聚乙稀醇膜。將結果示於表 2。

【表 2】

濃度 (重量%)	光透過率 (%)	拉伸強度 (MP a)
0	77.7	47.6
5	68.3	51.9
10	65.0	62.4
15	59.3	56.1
20	52.7	50.1
25	48.2	49.4

如示於表 2，將添加至水溶性聚合物的纖維素奈米纖維增加到 10 重量%為止時，可獲得拉伸強度為 62.4MPa 之非常強的膜。進而添加纖維素奈米纖維時，拉伸強度會降低。可思及此係伴隨所添加之纖維素奈米纖維的量增加，而纖維素奈米纖維未均勻地分散至水溶性聚合物，因而其結果降低強度。

藉由添加之纖維素奈米纖維的平均聚合度、縱橫比，雖對所製作的膜賦予最大拉伸強度量相異，若只要是平均聚合度為 300，且縱橫比為 550 程度的纖維素奈米纖維，則藉由對水溶性聚合物添加 5 重量%以上 20 重量%以下程度的量，而可製作光透過率、拉伸強度均高的膜。

本發明之纖維強化複合材料係藉由 2 重量%以上 20 重量%以下的本發明之纖維素奈米纖維分散至纖維強化複合材料而獲得者為佳，藉由對纖維強化複合材料分散 8 重量%以上 16 重量%以下的本發明之纖維素奈米纖維而獲得者為佳。藉由在該等範圍本發明之纖維素奈米纖維分散至

纖維強化複合材料中，而在纖維強化複合材料中特別是具有優異之拉伸強度。

I656250



發明摘要

※申請案號：103131366

D01F 2/00 (2006.01)

C08J 5/04 (2006.01)

※申請日：103年09月11日

※IPC分類：C08J 3/05 (2006.01)

B29C 70/06 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

纖維素奈米纖維及其製造方法、使用該纖維素奈米纖維之水分散液、以及纖維強化複合材料

【中文】

〔課題〕

本發明之課題係關於對水的分散性良好，且以高濃度可包含在水溶性聚合物之纖維素奈米纖維及獲得該纖維素奈米纖維的方法。又，關於使用該纖維素奈米纖維之纖維強化複合材料。

〔解決手段〕

本發明之解決手段係藉由對未修飾的纖維素進行酵素及/或酸處理後，再進行機械剪切處理，而製造平均聚合度為100以上800以下，且縱橫比為150以上2000以下的纖維素奈米纖維。因該纖維素奈米纖維係分散性良好，且以高濃度可分散在水溶性聚合物，而可獲得高強度的纖維強化複合材料。

【英文】

【代表圖】

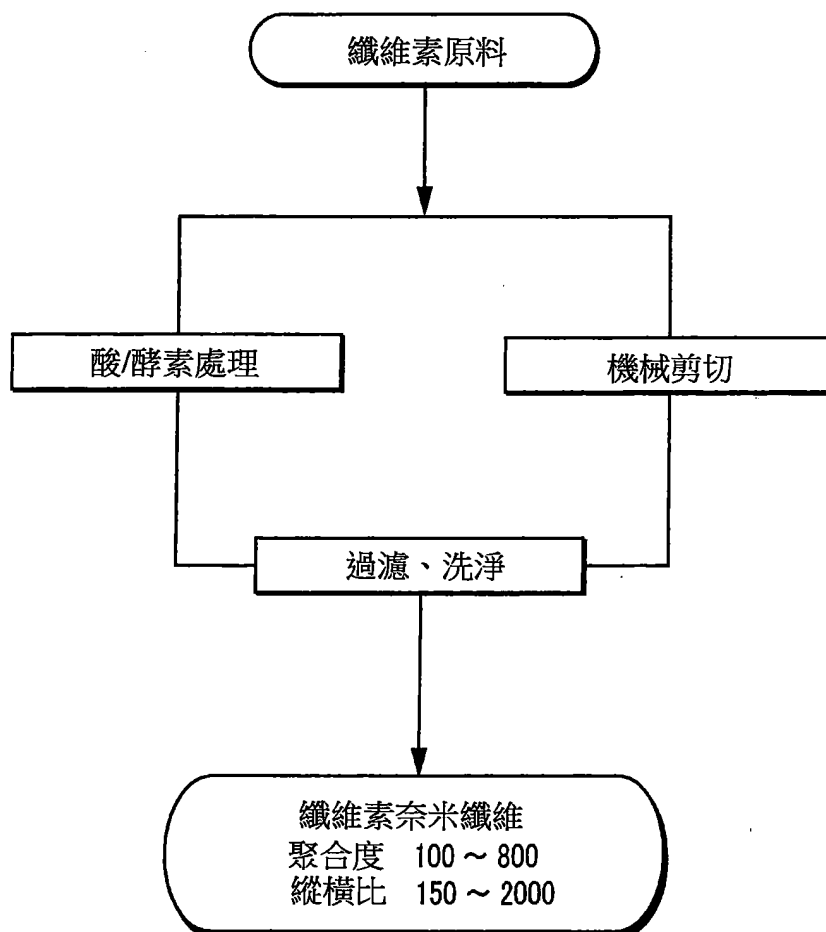
【本案指定代表圖】：第(1)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：無

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

圖式

圖 1



第 103131366 號

民國 107 年 6 月 8 日修正

申請專利範圍

1. 一種纖維素奈米纖維，其係作為纖維強化複合材料的強化纖維使用之纖維素奈米纖維，其特徵為由未修飾的纖維素所成，

且前述纖維素奈米纖維的平均聚合度為 120 以上 300 以下，縱橫比為 150 以上 600 以下，且平均纖維徑為 1nm 以上 50nm 以下。

2. 一種纖維強化複合材料，其係纖維強化複合材料，其特徵為藉由使如申請專利範圍第 1 項的纖維素奈米纖維分散而獲得。

3. 一種纖維素奈米纖維水分散液，其係作為纖維強化複合材料的強化纖維使用，

其特徵為使由未修飾的纖維素所成之平均聚合度為 120 以上 300 以下，縱橫比為 150 以上 600 以下，且平均纖維徑為 1nm 以上 50nm 以下的纖維素奈米纖維分散於水。

4. 一種纖維強化複合材料，其係纖維強化複合材料，其特徵為使用如申請專利範圍第 3 項的纖維素奈米纖維水分散液製造。