



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 新型說明書公告本

(11) 證書號數：TW M564598 U

(45) 公告日：中華民國 107 (2018) 年 08 月 01 日

(21) 申請案號：107201429

(22) 申請日：中華民國 107 (2018) 年 01 月 29 日

(51) Int. Cl. : *D01F9/12 (2006.01)* *D01F9/22 (2006.01)*

(71) 申請人：永虹先進材料股份有限公司(中華民國) (TW)

桃園市中壢區定寧路 8-2 號

(72) 新型創作人：王智永 (TW)

(74) 代理人：劉箏茹

(NOTE) 備註：相同的創作已於同日申請發明專利(Another patent application for invention in respect of the same creation has been filed on the same date)

申請專利範圍項數：7 項 圖式數：11 共 34 頁

(54) 名稱

氧化纖維結構

(57) 摘要

本創作係有關於一種氧化纖維結構，該氧化纖維結構係包含至少一氧化纖維，該氧化纖維更包含一氧化層及一芯部，該氧化層係包覆於該芯部之外側。本創作利用微波處理單元之微波聚焦對通過的纖維紗束施以超高速預氧化處理，將纖維紗束加工成為氧化纖維，不但可以有效縮減氧化纖維之氧化時間，且氧化纖維當中之纖維經微波聚焦氧化處理的氧化層係至少佔該氧化纖維之斷面面積 50% 以上，有效降低氧化纖維之皮芯結構，甚至可讓氧化纖維達到無明顯皮芯結構，以相對更為積極、可靠之手段提升碳纖維性能。

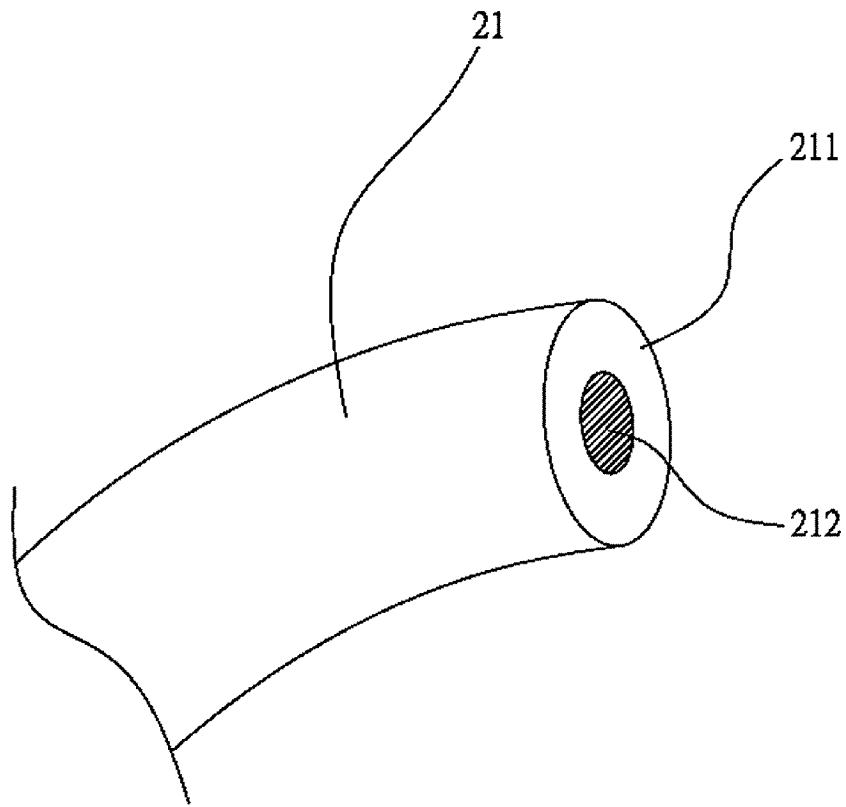
指定代表圖：

符號簡單說明：

21 . . . 氧化纖維

211 . . . 氧化層

212 . . . 芯部



第 11 圖

## 【新型說明書】

【中文新型名稱】 氧化纖維結構

### 【技術領域】

【0001】 本創作係與碳纖維之預氧化技術有關，主要揭露一種有助於提升碳纖維性能的氧化纖維結構。

### 【先前技術】

【0002】 碳纖維是有機纖維經一系列熱處理後轉化而成的含碳量在90%以上的新型碳材料，其具有高比強度、高比模量、高導電性和導熱性、低熱膨脹係數、低密度、耐高溫、耐疲勞、抗蠕變、自潤滑等一系列的優異性能，是一種理想的功能材料和結構材料，廣泛應用於航太、民用航空及運輸等領域，並具有廣闊的應用前景。

【0003】 聚丙烯腈 (polyacrylonitrile, PAN) 作為原絲的碳纖維製備工藝過程包括聚合、紡絲、預氧化和碳化，其中預氧化過程是碳纖維製備過程中結構轉變的關鍵階段，也是熱處理過程中最耗時的階段，其目的是使聚丙烯腈的線型大分子鏈轉化為具耐熱結構的氧化纖維，使其在後續的碳化時不熔不燃，而能夠保持纖維形態。

【0004】 預氧化過程中原絲的結構轉變在很大程度上決定著碳纖維的結構和性能，在工業化生產中，多係採用梯度升溫的預氧化方式，在此過程中合適的溫度梯度範圍是必要的，起始溫度如果太低，對預氧化過程沒有貢獻，耗費時間增加成本，但起始溫度太高，劇烈的反應放熱會使沒有

耐熱能力的PAN大分子鏈熔斷；另外，終止溫度如果太高，集中放熱會破壞預氧絲的結構，並且造成過度預氧化，不利於製備高強度碳纖維，但終止溫度太低，又可能使原絲得不到充分的預氧化。

【0005】再者，以加熱的方式進行預氧化反應時，隨著預氧化反應的進行，由於熱是由原絲的外層往內層傳遞，因此會先在原絲的外層形成了緻密梯形結構的氧化層(皮部)，這反而阻礙了氧向原絲內層的芯部擴散，造成如第1圖所示之一氧化纖維10當中之纖維11產生氧化之一氧化層111(皮部)和尚未氧化之一芯部112明顯差異的一皮芯結構，該氧化層111與該芯部112之間存在一皮芯界面113。該皮芯結構的檢驗係利用掃描式電子顯微鏡(SEM，Scanning Electron Microscope)拍攝實體影像圖以觀測該氧化纖維之斷面並分別計算該氧化層的斷面面積與該芯部的斷面面積以及該氧化纖維之斷面面積，該皮芯結構之程度鑑定法為芯部比率(%)等於該芯部的斷面面積除以該氧化層的斷面面積與該芯部的斷面面積之和，亦即芯部比率(%)等於該芯部的斷面面積除以該氧化纖維之斷面面積。另外，該氧化纖維10及其所製成之碳纖維的物性，例如拉伸強度及拉伸模數，還取決於該氧化纖維10或氧化層111之氧化程度及環化程度；該氧化纖維10或氧化層111之氧化程度及環化程度愈高則該氧化纖維10所製成的碳纖維之拉伸強度及拉伸模數也愈高。該氧化層111呈氧化狀態所以結構緻密並導致所製成的碳纖維之高拉伸強度及高拉伸模數，該芯部112呈氧化不完全或未氧化狀態所以結構鬆散並導致所製成的碳纖維之低拉伸強度及低拉伸模數，因此該氧化層111與該芯部112的氧化程度不一致所導致之該皮芯結構即是導致碳纖維抗拉強度降低的主要原因之一。因此，在預氧化反應過程中

如何縮短預氧化時間，以及如何提高預氧化程度同時降低甚至消除皮芯結構，對碳纖維生產成本的降低以及性能(拉伸強度及拉伸模數)的提高具有十分重要的意義。

### 【新型內容】

【0006】有鑑於此，本創作即在提供一種可以有效縮短氧化纖維之氧化時間，且有效降低氧化纖維的皮芯結構，甚至讓氧化纖維結構達到無明顯皮芯結構的氧化纖維，為其主要目的者。

【0007】本創作之氧化纖維結構係利用一氧化纖維製造方法，該氧化纖維製造方法適用於將一纖維紗束預氧化為一氧化纖維紗束，該纖維紗束係由一纖維或複數個該纖維集結成束所構成，該氧化纖維紗束係由一氧化纖維或複數個該氧化纖維集結成束所構成，該氧化纖維製造方法包括下列步驟：

一提供紗束步驟：準備該纖維紗束；

一微波處理步驟：使該纖維紗束暴露於一微波條件中並成為該氧化纖維紗束。

【0008】於某實施態樣下，該氧化纖維製造方法，適用於將該纖維紗束預氧化為該氧化纖維紗束，該纖維紗束係由一該纖維或複數個該纖維集結成束所構成，該氧化纖維紗束係由一該氧化纖維或複數個該氧化纖維集結成束所構成，該氧化纖維製造方法包括下列步驟：

a.提供一傳送單元及一微波處理單元；

- b.提供該纖維紗束，並將該纖維紗束安置於該傳送單元，並使該傳送單元能夠帶動該纖維紗束通過該微波處理單元；
- c.啟動該微波處理單元，由該微波處理單元產生該微波條件；
- d.啟動該傳送單元，由該傳送單元帶動該纖維紗束於該微波條件之下持續一處理時間，使該纖維紗束成為該氧化纖維紗束。

【0009】 依據上述該氧化纖維製造方法，係將該纖維紗束之該纖維以該氧化纖維製造方法預氧化為該氧化纖維。

【0010】 依據上述該氧化纖維製造方法，該微波條件包含：一微波頻率，該微波頻率係介於300~300,000MHz；一微波功率，該微波功率係介於1~1000 kW/m<sup>2</sup>；一工作溫度，該工作溫度係介於100~600℃；以及，一氣體氣氛，該氣體氣氛為氧氣、空氣、臭氧其中之一或其混合。

【0011】 依據上述該氧化纖維製造方法，該處理時間係介於1~40分鐘。

【0012】 依據上述該氧化纖維製造方法，該微波功率係介於10~24 kW/m<sup>2</sup>。

【0013】 依據上述該氧化纖維製造方法，該微波頻率係介於2000~3000 MHz、該工作溫度係介於150~350℃、該處理時間係介於5~20分鐘。

【0014】 依據上述該氧化纖維製造方法，該纖維紗束係為聚丙烯腈(PAN)纖維、瀝青纖維或其他有機纖維其中之一。

【0015】 依據上述該氧化纖維製造方法，該傳送單元設有提供該纖維紗束的一供料機組、拖曳該纖維紗束連續傳送的一收卷機組、供該纖維紗束通過的一爐體；該微波處理單元係於該爐體設有供產生該微波頻率及該微波功率的一磁控管，以及設有供將該氣體氣氛通入該爐體的一供氣機組。

【0016】 依據上述該氧化纖維製造方法，該收卷機組、該磁控管及該供氣機組係與一控制單元電氣連接。

【0017】 依據上述該氧化纖維製造方法，該爐體的內部設有一保溫單元。

【0018】 依據上述該氧化纖維製造方法，該保溫單元係為金屬氧化物、碳化物、微波高感應材料其中之一或其組合。

【0019】 依據上述該氧化纖維製造方法，該纖維紗束係於該爐體內以一疊繞方式持續接受該微波處理單元之照射。

【0020】 本創作揭露有一種氧化纖維結構，該氧化纖維結構係包含至少一氧化纖維，其中該氧化纖維更包含一氧化層及一芯部，該氧化層係包覆於該芯部之外側，該氧化層的斷面面積佔該氧化纖維之斷面面積係為至少50%以上。其中，該氧化纖維係由該纖維暴露於該微波條件中所製成。較佳地，該氧化纖維係由一有機纖維暴露於該微波條件中所製成。

【0021】 依據上述結構特徵，該氧化層的斷面面積佔該氧化纖維之斷面面積係為至少60%以上。

【0022】 依據上述結構特徵，該氧化層的斷面面積佔該氧化纖維之斷面面積係為至少80%以上。

【0023】 依據上述結構特徵，該氧化層的斷面面積佔該氧化纖維之斷面面積係為至少90%以上。

【0024】 依據上述結構特徵，該氧化層的斷面面積佔該氧化纖維之斷面面積係為至少99%以上。

【0025】本創作所揭露的氧化纖維結構，主要利用微波處理單元之微波聚焦對纖維紗束施以超高速預氧化處理，將纖維紗束加工成為氧化纖維，不但可以有效縮減氧化纖維之氧化時間，且氧化纖維當中之氧化層係至少佔該氧化纖維之斷面面積50%以上，有效降低氧化纖維之皮芯結構；當氧化纖維當中之氧化層係佔該氧化纖維之斷面面積至少80%以上時，甚至可讓氧化纖維達到無明顯皮芯結構。因此，本創作係以相對更為積極、可靠之手段提升碳纖維性能。

#### 【圖式簡單說明】

##### 【0026】

第 1 圖係為習知氧化纖維之皮芯結構示意圖。

第 2 圖係為本創作之氧化纖維製造方法之基本流程圖。

第 3 圖係為本創作之氧化纖維製造方法之傳送單元及微波處理單元結構示意圖。

第 4 圖係為本創作之氧化纖維製造方法分別以 12kW/m<sup>2</sup>、16 kW/m<sup>2</sup>、20 kW/m<sup>2</sup>、24 kW/m<sup>2</sup> 之微波聚焦處理於纖維紗束與傳統以加熱製程作用於纖維紗束之氧化纖維氧化程度曲線圖。

第 5 圖係為本創作之氧化纖維製造方法以 24 kW/m<sup>2</sup> 之微波聚焦處理於纖維紗束經過 2 分鐘、4 分鐘、5 分鐘、10 分鐘、15 分鐘之氧化纖維的環化程度曲線圖。

第 6 圖係為本創作之氧化纖維製造方法以 24 kW/m<sup>2</sup> 之微波聚焦處理於纖維紗束 5 分鐘所製造而成之氧化纖維紗束當中的氧化纖維斷面實體影像圖。



第 7 圖係為本創作之氧化纖維製造方法以 24 kW/m<sup>2</sup> 之微波聚焦處理於纖維紗束 10 分鐘所製造而成之氧化纖維紗束當中的氧化纖維斷面實體影像圖。

第 8 圖係為本創作之氧化纖維製造方法以 24 kW/m<sup>2</sup> 之微波聚焦處理於纖維紗束 15 分鐘所製造而成之氧化纖維紗束當中的氧化纖維斷面實體影像圖。

第 9 圖係為本創作之氧化纖維製造方法之另一流程圖。

第 10 圖係為本創作之氧化纖維製造方法之爐體結構示意圖。

第 11 圖係為本創作氧化纖維之結構示意圖。

#### 【實施方式】

【0027】本創作主要提供一種氧化纖維結構，該氧化纖維結構係包含至少一氧化纖維，該氧化纖維係利用一種氧化纖維製造方法所製造，該氧化纖維製造方法係可以有效縮短氧化纖維之氧化時間，且有效降低氧化纖維皮芯結構，甚至讓氧化纖維結構達到無明顯皮芯結構。如第2圖及第3圖所示，該氧化纖維製造方法，基本上包括下列步驟：

【0028】 a.提供一傳送單元30及一微波處理單元40；於實施時，該傳送單元30，設有提供一纖維紗束20的一供料機組31、一拖曳該纖維紗束20連續傳送的收卷機組32、一供該纖維紗束20通過的爐體33，其中該纖維紗束20可由一纖維(圖未繪出)或複數個該纖維集結成束所構成；該微波處理單元40，係於該爐體33處設有供產生微波的至少一磁控管41，以及設有供將含氧氣體通入該爐體33的一供氣機組42。該供氣機組42係與該爐體33的一進氣口331連接，含氧氣體係由該進氣口331進入該爐體33並由該爐體33的

一出氣口332排出。該傳送單元30係可進一步於該爐體33內部設有一保溫單元34。較佳地，該微波處理單元40係於該爐體33處設有複數個該磁控管41；複數個該磁控管41設於該爐體33的上下兩側呈相對或錯位排列，或者複數個該磁控管41設於該爐體33的單側(上側或下側)，如第3圖之複數個該磁控管41設於該爐體33的上下兩側並呈上下相對的排列方式。最佳地，如第3圖所示之複數個該磁控管41呈上下相對的排列方式，如此可對通過該爐體33的該纖維紗束20的上半部及下半部同時均勻地以微波照射處理，因此得以更縮短該爐體33的長度並因而縮短製程時間且加快生產速度。

**【0029】** b.提供該纖維紗束20，並將該纖維紗束20安置於該傳送單元30，並使該傳送單元30能夠帶動該纖維紗束20通過該微波處理單元40。例如將成捲的該纖維紗束20，以可由該傳送單元30帶動連續通過該微波處理單元40作業區域的型態安裝於該傳送單元30處；在實施例中，係將成捲的該纖維紗束20置放於該供料機組31，且將該纖維紗束20之尾端引導通過該爐體33並固定於該收卷機組32；該纖維紗束20，係可以為聚丙烯腈(PAN)、瀝青或其他有機纖維其中之一者。

**【0030】** c.啟動該微波處理單元40，由該微波處理單元40產生一微波條件，該微波條件包含：一微波頻率，該微波頻率係介於300~300,000MHz；一微波功率，該微波功率係介於1~1000 kW/m<sup>2</sup>；一工作溫度，該工作溫度係介於100~600℃；以及，一氣體氣氛，該氣體氣氛為氧氣、空氣、臭氧其中之一或其混合，該氣體氣氛為前述之含氧氣體。在本實施例中，係同時由該供氣機組42將含氧氣體通入該爐體33內部。

【0031】 d.啟動該傳送單元30，由該傳送單元30帶動該纖維紗束20於該微波條件之下持續一處理時間，使該纖維紗束20成為該氧化纖維紗束20A。例如由該傳送單元30帶動該纖維紗束20持續接受微波聚焦處理1~40分鐘的速度通過該微波處理單元40作業區域成為一氧化纖維紗束20A，該處理時間係介於1~40分鐘。在本實施例中，係由該傳送單元30帶動該纖維紗束20持續接受該微波處理單元40之微波聚焦處理1~40分鐘的速度通過該爐體33成為該氧化纖維紗束20A。另外，該纖維紗束20係可於該爐體33內以一疊繞方式持續接受該微波處理單元40之微波聚焦處理1~40分鐘的速度通過該爐體33成為該氧化纖維紗束20A，例如，該纖維紗束20於該爐體33的前端進入該爐體33內並被傳送到該爐體33的後端，再由該爐體33的後端被傳送到該爐體33的前端，再接著再度從該爐體33的前端被傳送到該爐體33的後端，依此方式重複疊繞直到依需求而從該爐體33的後端被傳送成為該氧化纖維紗束20A。採用該疊繞方式係能夠有效縮短該爐體33的所需長度。

【0032】 據以，該氧化纖維製造方法，可在該傳送單元30之運作下，帶動該纖維紗束20依照預先設定的速度通過該微波處理單元40之作業區域，在該纖維紗束20通過該微波處理單元40作業區域之過程中，利用微波聚焦對連續通過該爐體33的該纖維紗束20施以超高速預氧化處理，將該纖維紗束20加工成為該氧化纖維紗束20A。請同時配合參照第4圖所示，該纖維紗束20係由該纖維或複數個該纖維集結成束所構成，該氧化纖維紗束20A係由該氧化纖維21或複數個該氧化纖維21集結成束所構成，該氧化纖

維製造方法，係將該纖維紗束20之該纖維以該氧化纖維製造方法預氧化為該氧化纖維21。

【0033】請同時配合參照第4圖所示，該氧化纖維製造方法分別實施以無微波、微波功率 $12\text{kW/m}^2$ 、微波功率 $16\text{ kW/m}^2$ 、微波功率 $20\text{ kW/m}^2$ 、微波功率 $24\text{ kW/m}^2$ 之微波聚焦處理於該纖維紗束20，可確實得到以微波功率 $24\text{ kW/m}^2$ 之微波聚焦處理於該纖維紗束20經過10分鐘後，即可讓該氧化纖維紗束20A當中之該氧化纖維21的氧化程度達到100%，與該纖維紗束20相對應地，該氧化纖維紗束20A由單根該氧化纖維21或複數個該氧化纖維21集結成束所構成。同樣地，以微波功率 $20\text{ kW/m}^2$ 之微波聚焦處理於該纖維紗束20經過15分鐘後，即可讓該氧化纖維紗束20A當中之該氧化纖維21的氧化程度達到100%；以微波功率 $16\text{ kW/m}^2$ 之微波聚焦處理於該纖維紗束20經過25分鐘後，即可讓該氧化纖維紗束20A當中之該氧化纖維21的氧化程度達到100%。而即使僅以微波功率 $12\text{ kW/m}^2$ 之微波聚焦處理於該纖維紗束20經過40分鐘後，即使無法讓該氧化纖維紗束20A當中之該氧化纖維21的氧化程度達到100%，但也可使該氧化纖維21的氧化程度達到89%。而若僅以傳統加熱製程而以 $270^\circ\text{C}$ 對該纖維紗束20加熱經過40分鐘的無微波製程，則該氧化纖維21的氧化程度最多只達到70%。因此，該氧化纖維製造方法所提出之施以微波製程與傳統加熱製程相比，本創作能有效地提高該氧化纖維21的氧化程度且縮短製程時間，尤其以微波功率 $24\text{ kW/m}^2$ 之微波聚焦處理於該纖維紗束20進行10分鐘以達到100%氧化程度的該氧化纖維21，為進行氧化階段的最佳製程條件。

【0034】請同時配合參照第5圖所示，以微波功率 $24 \text{ kW/m}^2$ 之微波聚焦處理於該纖維紗束20，分別處理2分鐘、4分鐘、5分鐘、10分鐘及15分鐘並檢驗所形成之該氧化纖維21的環化程度，該氧化纖維21經過5分鐘後之環化程度即達100%，因此環化程度達100%的所需時間5分鐘少於氧化程度所需的時間10分鐘。請同時配合參照第6圖、第7圖及第8圖所示，分別將該氧化纖維製造方法以 $24 \text{ kW/m}^2$ 之微波聚焦處理於該纖維紗束20分別進行5分鐘、10分鐘及15分鐘所製造而成之該氧化纖維紗束20A當中的該氧化纖維21的斷面以掃描式電子顯微鏡(SEM, Scanning Electron Microscope)拍攝實體影像圖，發現該氧化層211佔該氧化纖維21之99.0%以上或該氧化層211的斷面面積佔該氧化纖維21之斷面面積係為99.0%以上，且並無明顯之皮芯結構。

【0035】請同時配合參照表一及表二所示，表一為以電熱管加熱方式的傳統製程及使用該氧化纖維製造方法之微波製程，測得該纖維紗束20、該氧化纖維紗束20A及其後續碳化製成之碳纖維紗束的拉伸強度比較表；表二為以電熱管加熱方式的傳統製程及使用該氧化纖維製造方法之微波製程，測得該纖維紗束20、該氧化纖維紗束20A及其後續碳化製成之碳纖維紗束的拉伸模數比較表。前述以電熱管加熱方式的傳統製程，其製程條件為該爐體溫度 $270^\circ\text{C}$ ，處理時間為40分鐘，所得出之物性結果列為『比較例一』；前述該氧化纖維製造方法之微波製程，其製程條件為該爐體的溫度 $220^\circ\text{C}$ ，微波頻率 $2450 \text{ MHz}$ ，微波功率 $24 \text{ kW/m}^2$ ，處理時間為10分鐘，所得出之物性結果列為『實施例一』。於比較例一及實施例一中之該纖維紗束20係使用聚丙烯腈所製成。

【0036】表一：

拉伸強度(MPa)	纖維紗束	氧化纖維紗束	碳纖維紗束
比較例一	865	221	2824
實施例一	865	164	3675

從表一中顯示實施例一運用該氧化纖維製造方法之微波製程所製成之氧化纖維紗束，其最終碳化後之碳纖維紗束的拉伸強度是比較例一的1.3倍(3675除以2824)，亦即拉伸強度提高30%。微波製程因能讓PAN氧化更為完全，所以微波製程的該氧化纖維紗束強度略低於傳統電熱管製程的該氧化纖維紗束強度，此為該氧化纖維製造方法之微波製程更能夠讓該纖維紗束提高氧化程度之另一證據。

【0037】表二：

拉伸模數(GPa)	纖維紗束	氧化纖維紗束	碳纖維紗束
比較例一	8.82	6.03	194.4
實施例一	8.82	6.92	227.1

從表二中顯示實施例一運用該氧化纖維製造方法之微波製程所製成之氧化纖維紗束，其最終碳化後之碳纖維紗束的拉伸模數是比較例一的1.17倍(227.1除以194.4)，亦即拉伸模數提高17%。

【0038】至此，與傳統加熱製程作用於該纖維紗束之該氧化纖維紗束相較，本創作將傳統加熱製程所需的40分鐘縮短為10分鐘，因此製程效率提高3倍，節省了製程的時間；與傳統加熱製程相較，本創作亦將碳纖維紗束的拉伸強度提高30%及拉伸模數提高17%；與傳統加熱製程相較，本創作

亦將該氧化纖維紗束20A當中的該氧化纖維21的該氧化層211的斷面面積佔該氧化纖維21之斷面面積係為99.0%以上，使其無明顯之皮芯結構，使得該氧化纖維紗束20A的斷面更趨向均勻一致，故能將碳纖維紗束的拉伸強度及拉伸模數提高。故本創作能夠以相對更為積極、可靠之手段提升碳纖維性能。

【0039】該氧化纖維製造方法，於實施時，該氧化纖維製造方法，係以 $24 \text{ kW/m}^2$ 之微波聚焦處理於該些纖維紗束5~10分鐘之實施樣態呈現為佳。當然，該氧化纖維製造方法，於實施時，亦能夠以該氧化纖維製造方法，係以 $24 \text{ kW/m}^2$ 之微波聚焦處理於該些纖維紗束5~10分鐘；以及，如第3圖所示，該傳送單元30，設有提供該纖維紗束20的該供料機組31、拖曳該纖維紗束20連續傳送的該收卷機組32、供該纖維紗束20通過的該爐體33；該微波處理單元40，係於該爐體33處設有供產生微波的該磁控管41，以及設有供將含氧氣體通入該爐體33的該供氣機組42之實施樣態呈現。是以該氧化纖維製造方法可適用於該纖維紗束20通過該爐體33後不經該收卷機組32捲取而是接續碳化製程以連續生產方式生產碳纖維紗束，或適用於成捲之該纖維紗束20以該供料機組31捲出並以該收卷機組32捲取之生產方式。

【0040】當然，該氧化纖維製造方法亦可適用於批次(batch)生產方式。於批次生產方式的實施例則可依序進行以下步驟，如第9圖所示，該氧化纖維製造方法係適用於將該纖維紗束20預氧化為該氧化纖維紗束20A：

【0041】 一提供紗束步驟S01：準備該纖維紗束20，該纖維紗束20可由單根該纖維或複數個該纖維集結成束所構成；該纖維紗束20，係可以為聚丙烯腈(PAN)纖維、瀝青纖維或其他有機纖維其中之一者；

【0042】 一微波處理步驟S02：使該纖維紗束20暴露於該微波條件中，該微波條件包含：該微波頻率，該微波頻率係介於300~300,000MHz；該微波功率，該微波功率係介於1~1000 kW/m<sup>2</sup>；該工作溫度，該工作溫度係介於100~600℃；該處理時間，該處理時間係介於1~40分鐘；以及，該氣體氣氛，該氣體氣氛為氧氣、空氣、臭氧其中之一或其混合。

【0043】 再者，該氧化纖維製造方法，在該微波處理單元40設有供將含氧氣體通入該爐體33的該供氣機組42之實施樣態下，該供氣機組42通入該爐體33之含氧氣體，係可以為氧氣、空氣、臭氧其中之一或其混合者。

【0044】 以及，該氧化纖維製造方法，在該傳送單元30，設有提供該纖維紗束20的該供料機組31、拖曳該些纖維紗束20連續傳送的該收卷機組32、供該纖維紗束20通過的該爐體33；該微波處理單元40，係於該爐體33處設有供產生微波的該磁控管41，以及設有供將含氧氣體通入該爐體33的該供氣機組42之實施樣態下，該收卷機組32、該磁控管41及該供氣機組42係可與一控制單元50電氣連接。可由該控制單元50控制該收卷機組32、該磁控管41及該供氣機組42運作與否，並可依照所加工之該纖維紗束20特性或產品規格設定該收卷機組32之轉速、該磁控管41之功率以及該供氣機組42之流量等運作參數。

【0045】 該氧化纖維製造方法，在該傳送單元30設有提供該纖維紗束20的該供料機組31、拖曳該纖維紗束20連續傳送的該收卷機組32、供該些



纖維紗束20通過的該爐體33之實施樣態下，該傳送單元30係可進一步於該爐體33內部設有該保溫單元34，如第10圖所示，可利用該保溫單元34之蓄熱效果，令該爐體33內部保持在預先設定的工作溫度，以及達到節省能源之目的。於第10圖中，該供料機組31係提供彼此平行排列的複數個該纖維紗束20進入該爐體33。

【0046】該氧化纖維製造方法，於實施時，該傳送單元30係可如第3圖所示，於該爐體33內部相對於該纖維紗束20傳送路徑之上、下位置處，分別設有該保溫單元34；或者如第10圖所示，於該爐體33內部設有相對將該纖維紗束20之傳送路徑包圍的該保溫單元34，藉以讓該纖維紗束20均勻受熱。

【0047】該氧化纖維製造方法，在上揭各種可能實施之樣態下，該保溫單元34係可以選擇為金屬氧化物、碳化物、微波高感應材料其中之一或其組合者。

【0048】該氧化纖維製造方法，於實施時，該微波處理單元40，係可如第3圖所示，在相對於該纖維紗束20傳送路徑之上、下位置處，分別設有該磁控管41；或者該微波處理單元40係設有相對將該纖維紗束20之傳送路徑圍繞的複數個該磁控管41，藉以讓該纖維紗束20均勻接受微波聚焦處理。

【0049】請再度參照第4圖，如前所述以微波功率 $12\text{ kW/m}^2$ 之微波聚焦處理於 $220^\circ\text{C}$ 對該纖維紗束20經過40分鐘後，該氧化纖維21的氧化程度達到89%；而以傳統加熱製程而以 $270^\circ\text{C}$ 對該纖維紗束20加熱經過40分鐘的無微波製程，則該氧化纖維21的氧化程度達到70%。因此該氧化纖維製造

方法相較於傳統加熱製程而言，能夠以較低的溫度便可達到更高的氧化程度，故可避免浪費熱能。

【0050】請同時配合參照表三所示，表三為以電熱管加熱方式的傳統製程及使用該氧化纖維製造方法之微波製程，測得該纖維紗束20、該氧化纖維紗束20A及其後續碳化製成之碳纖維紗束的拉伸強度比較表。前述以電熱管加熱方式的傳統製程，其製程條件為該爐體溫度270°C，處理時間為40分鐘，所得出之物性結果列為『比較例一』；前述該氧化纖維製造方法之微波製程，其製程條件為該爐體溫度220°C，微波頻率2450 MHz，處理時間為40分鐘，當微波功率為22kW/m<sup>2</sup>所得出之物性結果列為『實施例二』、當微波功率為20 kW/m<sup>2</sup>所得出之物性結果列為『實施例三』、當微波功率為16kW/m<sup>2</sup>所得出之物性結果列為『實施例四』、當微波功率為15 kW/m<sup>2</sup>所得出之物性結果列為『實施例五』。於比較例一及所有實施例中之該纖維紗束20係使用聚丙烯腈所製成。另外，將比較例一及各別實施例之該氧化纖維紗束20A當中的該氧化纖維21的斷面以掃描式電子顯微鏡(SEM, Scanning Electron Microscope)拍攝實體影像圖，經計算後該氧化層211的斷面面積除以該氧化纖維21之斷面面積，亦即該氧化層211佔該氧化纖維21之比率，列於表三。

【0051】表三：

編號	纖維紗束的拉伸強度(MPa)	微波功率 kW/m <sup>2</sup>	碳纖維紗束的拉伸強度(MPa)	拉伸強度的比例	氧化層的斷面面積除以該氧化纖維之斷面面積
比較例一	865	0	2824	1	40%

實施例一	865	24	3675	1.30	99.0%
實施例二	865	22	3580	1.27	91.3%
實施例三	865	20	3486	1.23	82.7%
實施例四	865	16	3298	1.17	61.5%
實施例五	865	15	3204	1.13	51.2%

從表三中顯示實施例五運用該氧化纖維製造方法之微波製程所製成之氧化纖維紗束，其最終碳化後之碳纖維紗束的拉伸強度是比較例一的1.13倍，亦即拉伸強度提高13%，該氧化層211的斷面面積除以該氧化纖維21之斷面面積係為51.2%，亦即該氧化層211佔該氧化纖維21之51.2%；實施例四運用該氧化纖維製造方法之微波製程所製成之氧化纖維紗束，其最終碳化後之碳纖維紗束的拉伸強度是比較例一的1.17倍，亦即拉伸強度提高17%，該氧化層211的斷面面積除以該氧化纖維21之斷面面積係為61.5%，亦即該氧化層211佔該氧化纖維21之61.5%；實施例三運用該氧化纖維製造方法之微波製程所製成之氧化纖維紗束，其最終碳化後之碳纖維紗束的拉伸強度是比較例一的1.23倍，亦即拉伸強度提高23%，該氧化層211的斷面面積除以該氧化纖維21之斷面面積係為82.7%，亦即該氧化層211佔該氧化纖維21之82.7%；實施例二運用該氧化纖維製造方法之微波製程所製成之氧化纖維紗束，其最終碳化後之碳纖維紗束的拉伸強度是比較例一的1.27倍，亦即拉伸強度提高27%，該氧化層211的斷面面積除以該氧化纖維21之斷面面積係為91.3%，亦即該氧化層211佔該氧化纖維21之91.3%；實施例一運用氧化纖維製造方法之微波製程所製成之氧化纖維紗束，其最終碳化後之碳纖維紗束

的拉伸強度是比較例一的1.3倍，亦即拉伸強度提高30%，該氧化層211的斷面面積除以該氧化纖維21之斷面面積係為99.0%，亦即該氧化層211佔該氧化纖維21之99.0%。

【0052】因此，本創作所揭露之氧化纖維結構，該氧化纖維結構係包含至少一氧化纖維21，其中該氧化纖維21包含一氧化層211及一芯部212，該氧化層211係包覆於該芯部212之外側，其中，該氧化層211佔該氧化纖維21之至少50%以上，或該氧化層211的斷面面積佔該氧化纖維21之斷面面積係為至少50%以上。如第11圖所示，該氧化層211佔該氧化纖維21之至少80%以上，或該氧化層211的斷面面積佔該氧化纖維21之斷面面積係為至少80%以上。

【0053】當然，本創作揭露之該氧化纖維21，係可由該纖維紗束20利用上述本創作任一種可能實施之氧化纖維製造方法製造而成，由於該氧化層211係於該微波條件下所形成，因此該氧化層211係為一微波氧化層，且該氧化纖維紗束20A當中之該氧化纖維21的該氧化層211係佔該氧化纖維21之至少50%以上。

【0054】於實施時，該纖維紗束20，係可以為聚丙烯腈(PAN)、瀝青或其他有機纖維其中之一者。當然，該氧化纖維經過 $24 \text{ kW/m}^2$ 之微波作用於該纖維紗束20經過10分鐘之微波聚焦處理後，該氧化纖維紗束20A當中之該氧化纖維21的該氧化層211佔該氧化纖維21之99.0%，或該氧化層211的斷面面積佔該氧化纖維21之斷面面積係為99.0%。

【0055】與傳統習用技術相較，本創作所揭露的氧化纖維，主要利用微波處理單元之微波聚焦對纖維紗束施以超高速預氧化處理，將纖維紗束加工成為氧化纖維紗束，不但可以有效縮減氧化纖維紗束之氧化時間，且

氧化纖維紗束當中之氧化纖維經微波聚焦氧化處理的氧化層係至少佔該氧化纖維之斷面面積50%以上，有效降低氧化纖維皮芯結構，甚至可讓氧化纖維達到無明顯皮芯結構，以相對更為積極、可靠之手段提升碳纖維性能。

**【0056】** 以上所述之實施例僅係為說明本創作之技術思想及特點，其目的在使熟習此項技藝之人士能夠瞭解本創作之內容並據以實施，當不能以之限定本創作之專利範圍，即大凡依本創作所揭示之精神所作之均等變化或修飾，仍應涵蓋在本創作之專利範圍內。

### **【符號說明】**

#### **【0057】**

[先前技術]

10 氧化纖維

11 纖維

111 氧化層

112 芯部

113 皮芯界面

[本創作]

20 纖維紗束

20A 氧化纖維紗束

21 氧化纖維

211 氧化層

212 芯部

30 傳送單元

31 供料機組

32 收卷機組

33 爐體

331 進氣口

332 出氣口

34 保溫單元

40 微波處理單元

41 磁控管

42 供氣機組

50 控制單元

S01 提供紗束步驟

S02 微波處理步驟



# 公告本

申請日 :107/01/29

IPC 分類 :**D01F 9/12** (2006.01)**D01F 9/22** (2006.01)

M564598

## 【新型摘要】

【中文新型名稱】 氧化纖維結構

### 【中文】

本創作係有關於一種氧化纖維結構，該氧化纖維結構係包含至少一氧化纖維，該氧化纖維更包含一氧化層及一芯部，該氧化層係包覆於該芯部之外側。本創作利用微波處理單元之微波聚焦對通過的纖維紗束施以超高速預氧化處理，將纖維紗束加工成為氧化纖維，不但可以有效縮減氧化纖維之氧化時間，且氧化纖維當中之纖維經微波聚焦氧化處理的氧化層係至少佔該氧化纖維之斷面面積50%以上，有效降低氧化纖維之皮芯結構，甚至可讓氧化纖維達到無明顯皮芯結構，以相對更為積極、可靠之手段提升碳纖維性能。

【指定代表圖】 第(11)圖。

### 【代表圖之符號簡單說明】

21 氧化纖維

211 氧化層

212 芯部

## 【新型申請專利範圍】

【第1項】一種氧化纖維結構，該氧化纖維結構係包含至少一氧化纖維(21)，其中該氧化纖維(21)更包含一氧化層(211)及一芯部(212)，該氧化層(211)係包覆於該芯部(212)之外側，該氧化層(211)的斷面面積佔該氧化纖維(21)之斷面面積係為至少50%以上。

【第2項】如請求項1所述之氧化纖維結構，其中，該氧化層(211)的斷面面積佔該氧化纖維(21)之斷面面積係為至少60%以上。

【第3項】如請求項1所述之氧化纖維結構，其中，該氧化層(211)的斷面面積佔該氧化纖維(21)之斷面面積係為至少80%以上。

【第4項】如請求項1所述之氧化纖維結構，其中，該氧化層(211)的斷面面積佔該氧化纖維(21)之斷面面積係為至少90%以上。

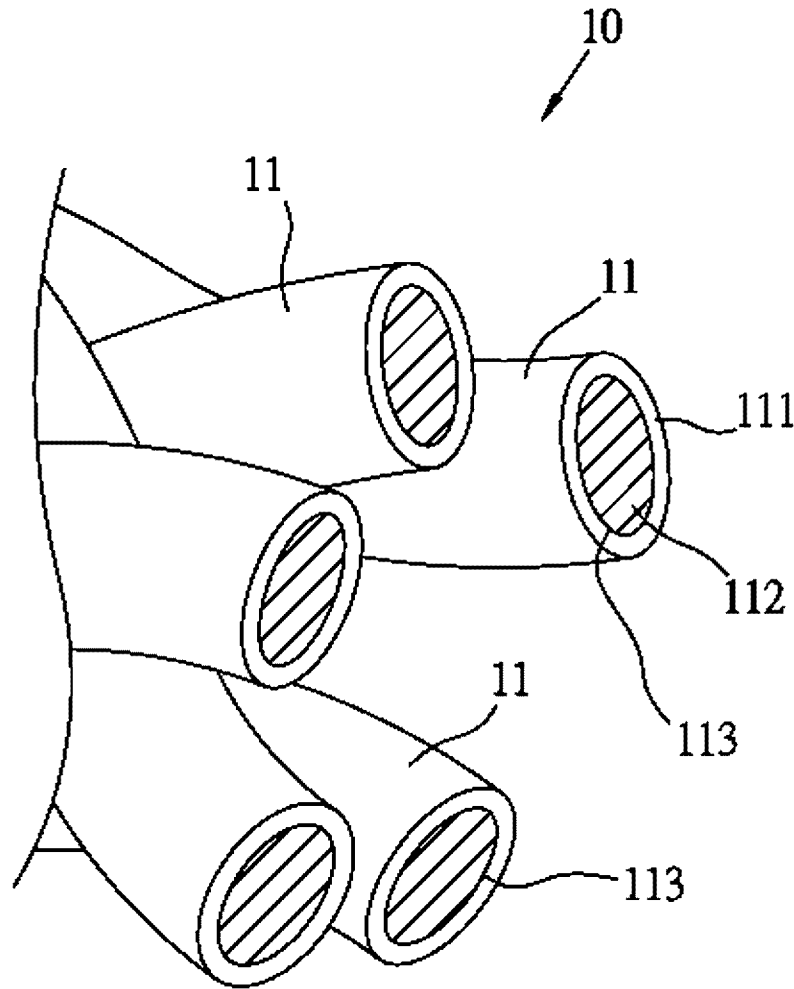
【第5項】如請求項1所述之氧化纖維結構，其中，該氧化層(211)的斷面面積佔該氧化纖維(21)之斷面面積係為至少99%以上。

【第6項】如請求項1所述之氧化纖維結構，其中，該氧化纖維(21)係由一纖維暴露於該微波條件中所製成。

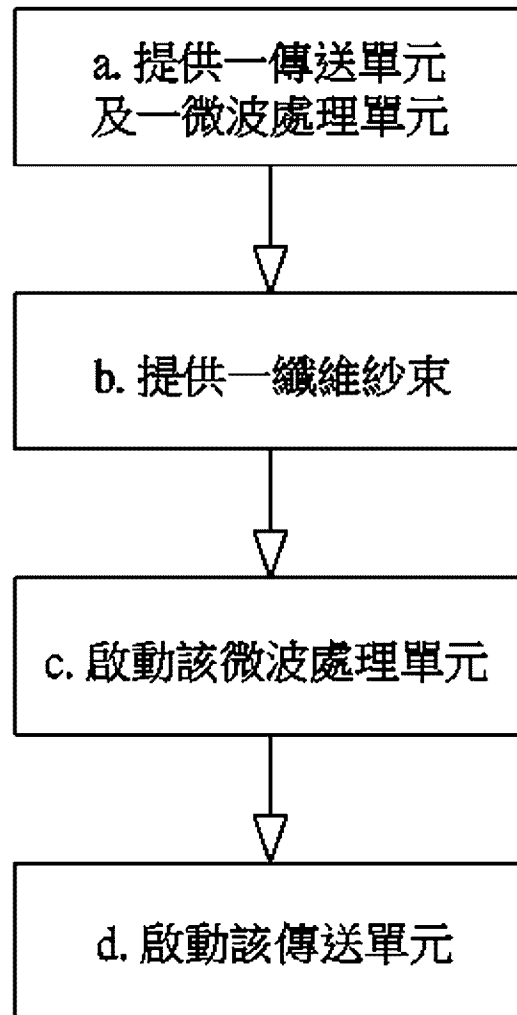
【第7項】如請求項6所述之氧化纖維結構，其中，該氧化纖維(21)係為一有機纖維。



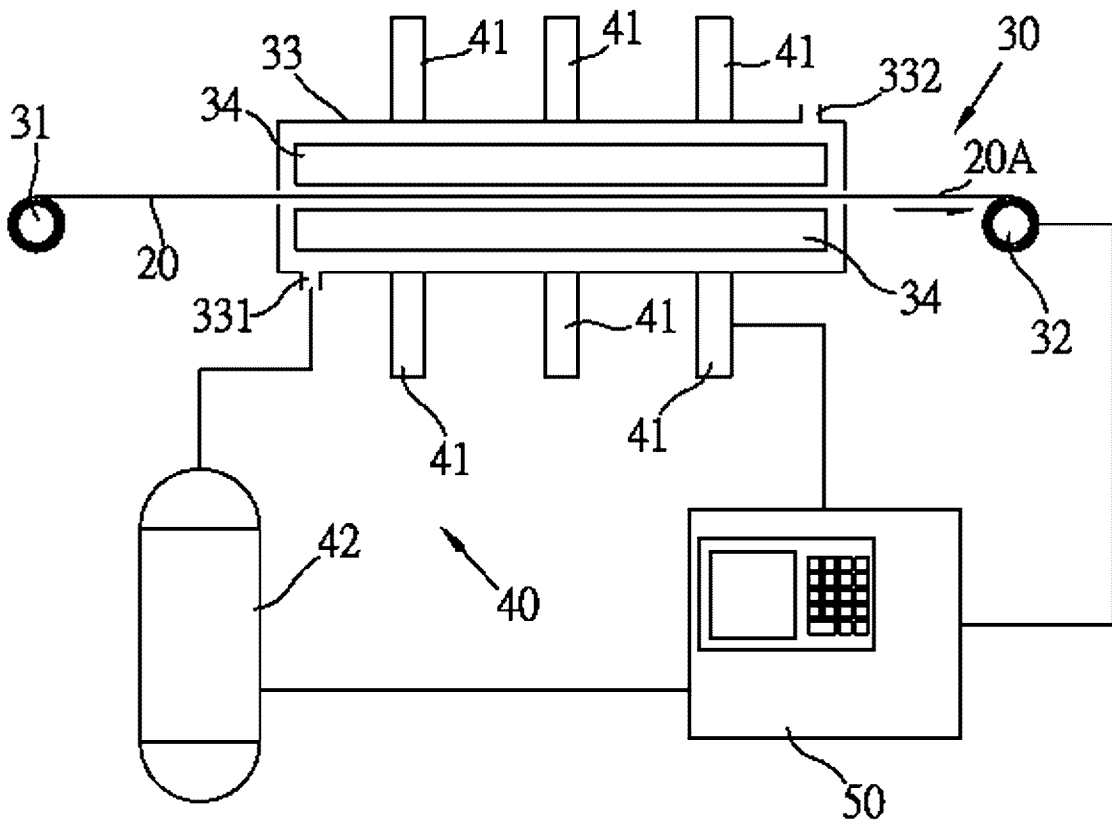
【新型圖式】



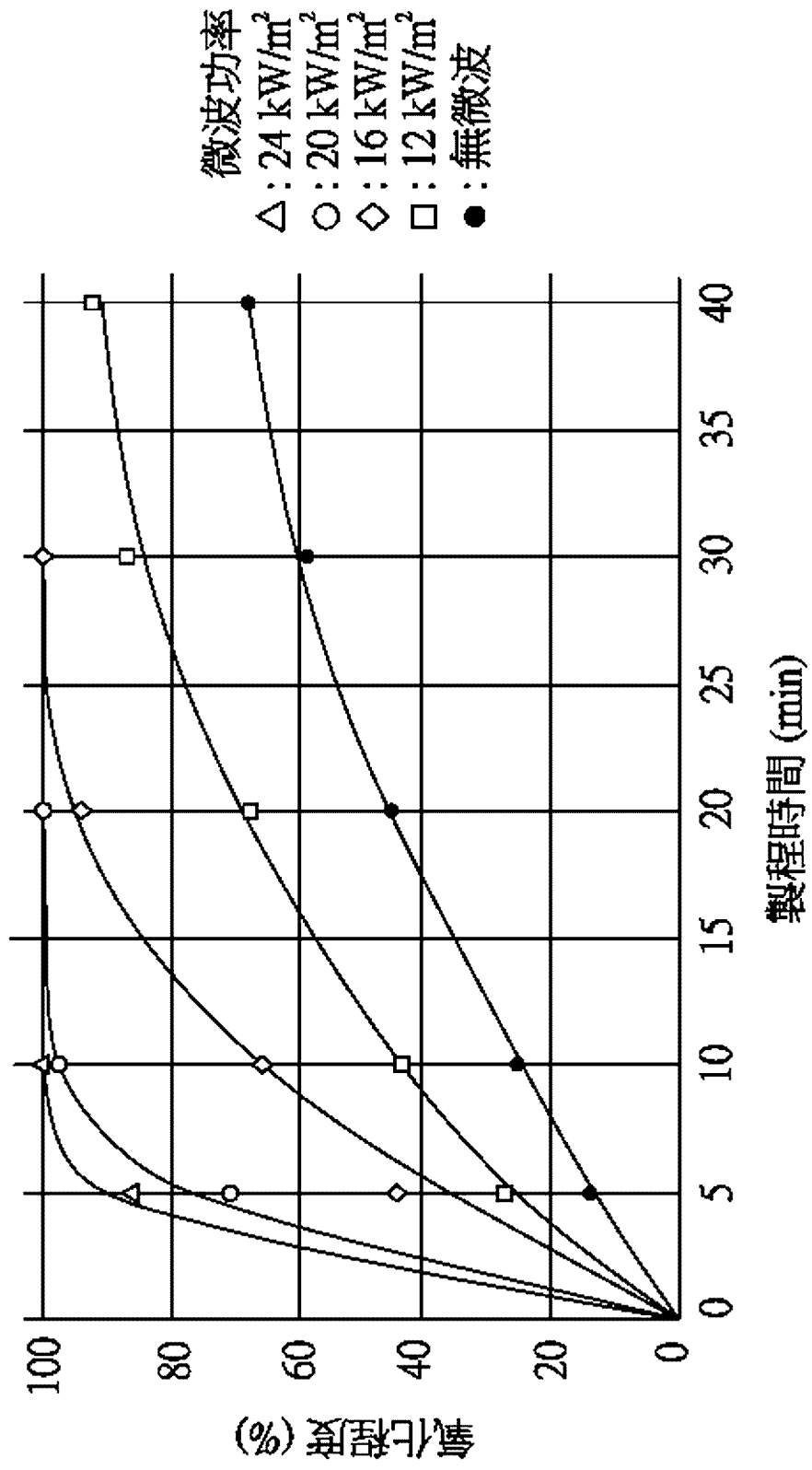
第 1 圖



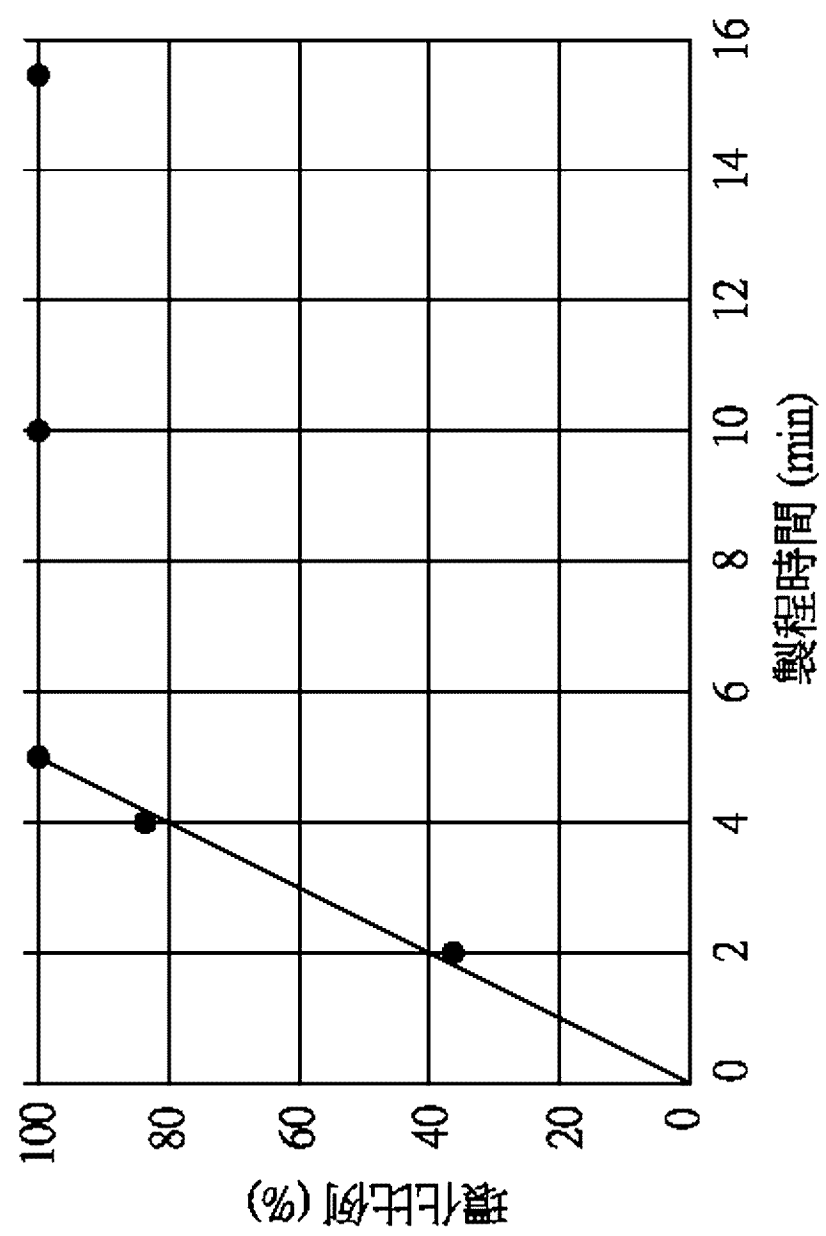
第 2 圖



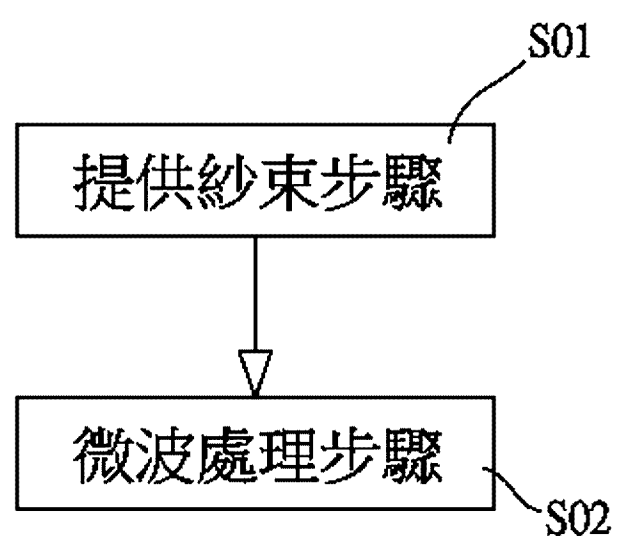
第 3 圖



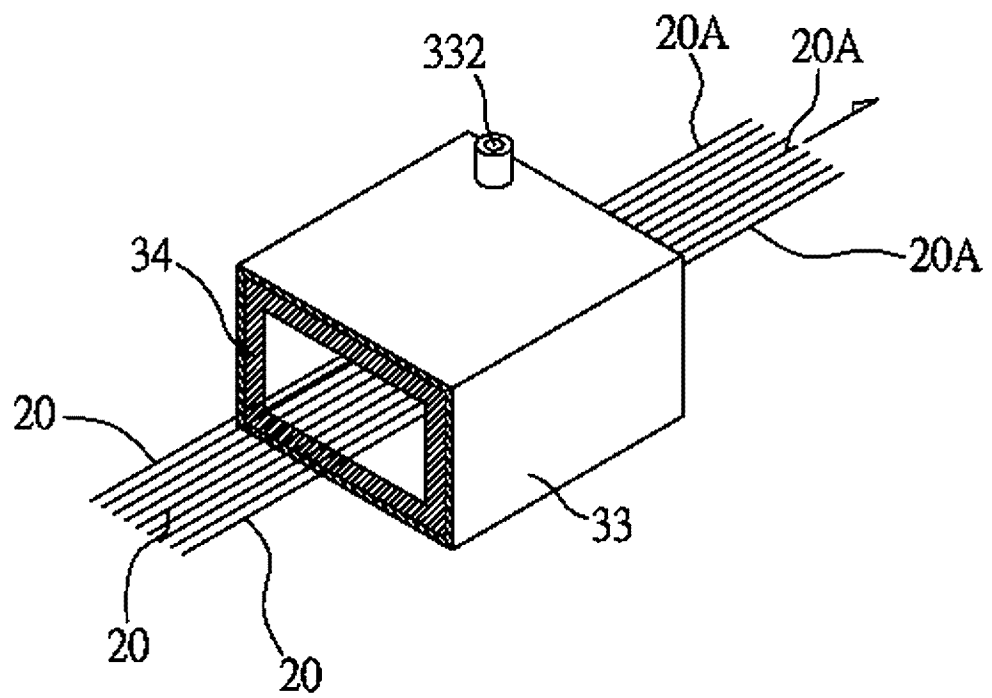
第 4 圖



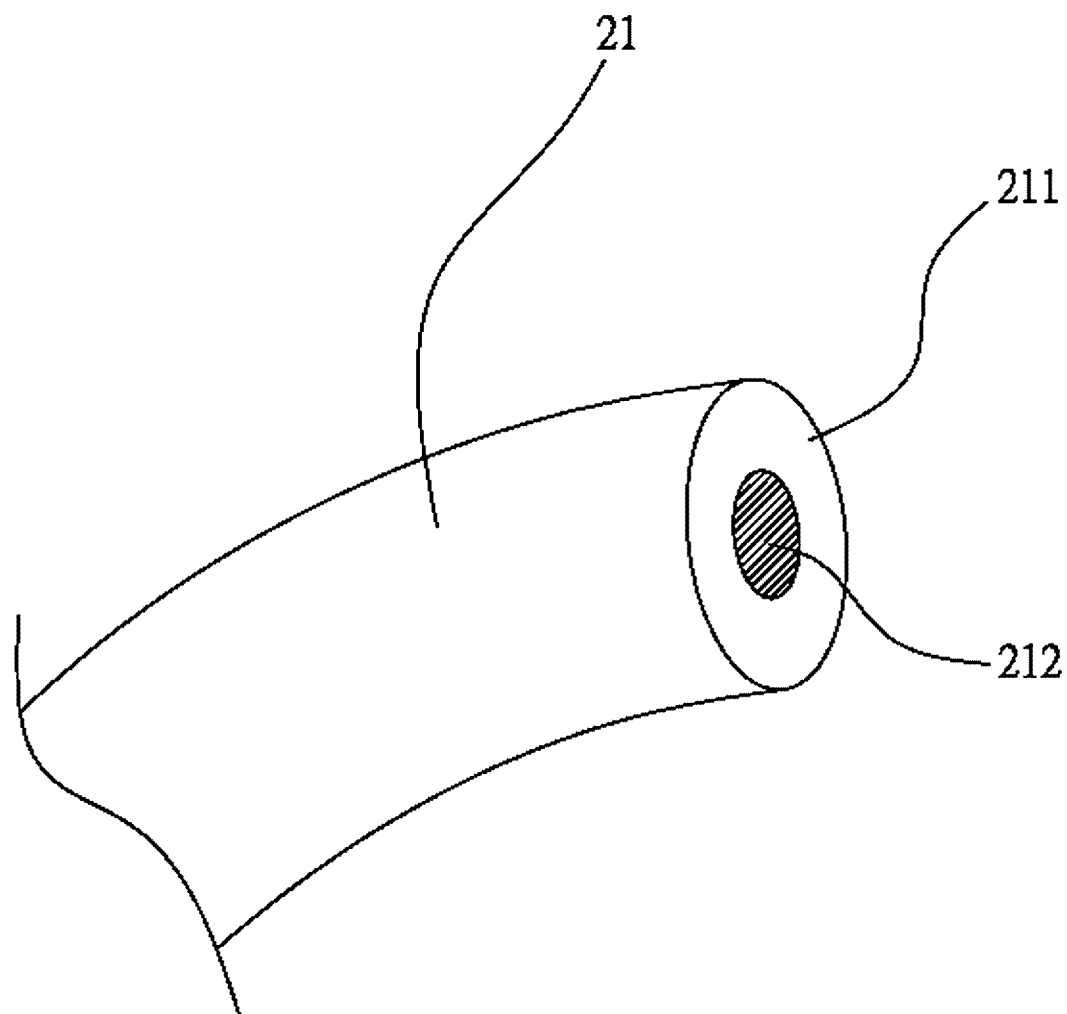
第 5 圖



第 9 圖



第 10 圖



第 11 圖





# 公告本

## 【新型摘要】

申請日: 107/01/29

IPC 分類: **D01F 9/12** (2006.01)**D01F 9/22** (2006.01)

【中文新型名稱】 氧化纖維結構

### 【中文】

本創作係有關於一種氧化纖維結構，該氧化纖維結構係包含至少一氧化纖維，該氧化纖維更包含一氧化層及一芯部，該氧化層係包覆於該芯部之外側。本創作利用微波處理單元之微波聚焦對通過的纖維紗束施以超高速預氧化處理，將纖維紗束加工成為氧化纖維，不但可以有效縮減氧化纖維之氧化時間，且氧化纖維當中之纖維經微波聚焦氧化處理的氧化層係至少佔該氧化纖維之斷面面積50%以上，有效降低氧化纖維之皮芯結構，甚至可讓氧化纖維達到無明顯皮芯結構，以相對更為積極、可靠之手段提升碳纖維性能。

【指定代表圖】 第(11)圖。

### 【代表圖之符號簡單說明】

21 氧化纖維

211 氧化層

212 芯部