



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 202328305 A

(43) 公開日：中華民國 112 (2023) 年 07 月 16 日

(21) 申請案號：111136196

(22) 申請日：中華民國 111 (2022) 年 09 月 23 日

(51) Int. Cl. :

C08J5/04 (2006.01)

C08J5/24 (2006.01)

C08L63/00 (2006.01)

C08L29/14 (2006.01)

C08K7/06 (2006.01)

C08K3/04 (2006.01)

(30) 優先權：2021/09/24 日本

2021-155983

2022/03/24 日本

2022-048657

(71) 申請人：日商積水化學工業股份有限公司 (日本) SEKISUI CHEMICAL CO., LTD. (JP)

日本

(72) 發明人：太田綾子 OOTA, AYAKO (JP)；吉田春香 YOSHIDA, HARUKA (JP)

(74) 代理人：閻啓泰；林景郁

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：0 共 26 頁

(54) 名稱

碳纖維強化複合材料及碳纖維強化複合材料之製造方法

(57) 摘要

本發明提供：減少樹脂之滲出，並且可縮短硬化時間，能夠實現較高之機械強度之碳纖維強化複合材料及碳纖維強化複合材料之製造方法。

本發明之碳纖維強化複合材料含有碳纖維、環氧樹脂、硬化劑、及熱塑性樹脂，且上述環氧樹脂與上述熱塑性樹脂之混合物於 30°C 之黏度與於 90°C 之黏度之比（30°C 之黏度/90°C 之黏度）未達 100。

無

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】 碳纖維強化複合材料及碳纖維強化複合材料之製造方法

【英文發明名稱】 無

### 【中文】

本發明提供：減少樹脂之滲出，並且可縮短硬化時間，能夠實現較高之機械強度之碳纖維強化複合材料及碳纖維強化複合材料之製造方法。

本發明之碳纖維強化複合材料含有碳纖維、環氧樹脂、硬化劑、及熱塑性樹脂，且上述環氧樹脂與上述熱塑性樹脂之混合物於30°C之黏度與於90°C之黏度之比（30°C之黏度/90°C之黏度）未達100。

### 【英文】

無

【指定代表圖】 無

【代表圖之符號簡單說明】

無

【特徵化學式】

無

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 碳纖維強化複合材料及碳纖維強化複合材料之製造方法

【英文發明名稱】 無

### 【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種碳纖維強化複合材料及碳纖維強化複合材料之製造方法。

### 【先前技術】

【0002】 作為纖維強化複合材料之一之纖維強化塑膠由於輕量，且高強度、高剛性，因此廣泛地用於上至航空器、汽車、船舶等結構材料用途，下至網球拍、釣竿、高爾夫球桿等通用運動用途。作為纖維強化塑膠之製造方法，有使用使基質樹脂含浸於由強化纖維等長纖維（連續纖維）所組成之補強材料中而成之中間材料、即預浸體之方法。根據該方法，存在以下之優點，即，不僅容易管理纖維強化塑膠之強化纖維之含量，並且能夠將該含量設計得較高。

【0003】 作為此類纖維強化複合材料之基質樹脂，基於優異之成形加工性而言，較好地使用環氧樹脂。由於使用環氧樹脂能夠獲得硬化後機械特性、耐熱性仍優異之纖維強化複合材料，因此被用於廣泛之產業領域。

【0004】 例如，專利文獻1中記載了一種預浸體，其含有特定量之強化纖維、環氧樹脂、含羧基之聚乙烯甲醛樹脂、及胺硬化劑。

又，專利文獻2中記載了一種纖維強化複合材料用預浸體，其含有特定量之環氧樹脂、能夠溶解於環氧樹脂之熱塑性樹脂、及潛伏性硬化劑。

進而，專利文獻3中記載了一種預浸體，其係使含有環氧化合物、硬化劑、及聚乙烯縮醛系樹脂之環氧樹脂組成物含浸於補強纖維中而獲得。

先前技術文獻

專利文獻

【0005】

專利文獻1：國際公開第2019/202762號

專利文獻2：日本特開平6-9802號公報

專利文獻3：日本特開平5-186667號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之課題]

【0006】 然而，即便使用專利文獻1~3中所記載之技術時，亦存在自所獲得之預浸體滲出樹脂，製品之差異變大之問題。

又，亦存在使所獲得之預浸體進一步硬化時硬化時間變長之問題。

進而存在所獲得之預浸體之強韌性不足，機械強度下降之問題。

【0007】 本發明係鑒於上述現狀，目的在於提供一種能夠減少樹脂之滲出，並且縮短硬化時間，能夠實現較高之機械強度之碳纖維強化複合材料及碳纖維強化複合材料之製造方法。

[解決課題之技術手段]

【0008】 本發明（1）係一種碳纖維強化複合材料，其含有碳纖維、環氧樹脂、硬化劑、及熱塑性樹脂，且上述環氧樹脂與熱塑性樹脂之混合物於30°C之黏度與於90°C之黏度之比（30°C之黏度/90°C之黏度）未達100。

本發明（2）係如本發明（1）所記載之碳纖維強化複合材料，其中，上述熱塑性樹脂之玻璃轉移溫度為60°C以上。

本發明（3）係如本發明（1）或（2）所記載之碳纖維強化複合材料，其中，上述熱塑性樹脂係聚乙烯縮醛樹脂。

本發明(4)係如本發明(3)所記載之碳纖維強化複合材料，其中，上述聚乙烯縮醛樹脂含有下述式(1)所示之構成單元。

下述式(1)中， $R^1$ 表示碳數1以上之烷基。又， $R^1$ 可為相同者，亦可為不同者。

本發明(5)係如本發明(1)至(4)中任一項所記載之碳纖維強化複合材料，其中，上述聚乙烯縮醛樹脂中，羥基量為16.0莫耳%以上且45.0莫耳%以下。

本發明(6)係如本發明(1)至(5)中任一項所記載之碳纖維強化複合材料，其被用作預浸體。

本發明(7)係如本發明(1)至(6)中任一項所記載之碳纖維強化複合材料，其中，環氧樹脂含有雙酚A型環氧樹脂。

本發明(8)係如本發明(1)至(7)中任一項所記載之碳纖維強化複合材料，其中，相對於環氧樹脂100重量份，含有熱塑性樹脂0.01重量份以上且40重量份以下。

本發明(9)係如本發明(1)至(8)中任一項所記載之碳纖維強化複合材料，其中，相對於碳纖維100重量份，含有環氧樹脂0.5重量份以上且300重量份以下。

本發明(10)係一種碳纖維強化複合材料之製造方法，其至少具有下述步驟：製作含有環氧樹脂、硬化劑、及熱塑性樹脂之樹脂組成物之步驟；及使上述樹脂組成物與碳纖維複合化之步驟；且上述環氧樹脂與上述熱塑性樹脂之混合物於30°C之黏度與於90°C之黏度之比(30°C之黏度/90°C之黏度)未達100。

以下，對本發明進行詳細說明。

**【0009】** 本發明人等進行了深入研究，結果發現含有碳纖維、環氧樹脂、硬化劑、及熱塑性樹脂，且上述環氧樹脂與熱塑性樹脂之混合物具有特定之黏度特性之碳纖維強化複合材料能夠減少樹脂之滲出，並且縮短硬化時間，能夠實現

較高之機械強度，從而完成本發明。

**【0010】** 本發明含有碳纖維、環氧樹脂、硬化劑、及熱塑性樹脂，且上述環氧樹脂與熱塑性樹脂之混合物（以下，亦簡稱為混合物）於30°C之黏度與於90°C之黏度之比（30°C之黏度/90°C之黏度）未達100。再者，上述混合物中，以混合重量比9：1含有上述環氧樹脂與熱塑性樹脂。

藉由使上述混合物之黏度比未達100，能夠減少樹脂之滲出，並且縮短硬化時間，能夠實現較高之機械強度。

上述混合物之黏度比之較佳之下限為1，更佳之下限為3。

又，上述黏度比之較佳之上限為95，更佳之上限為50。

再者，上述黏度能以下述方式獲得，即，使與本發明之碳纖維強化複合材料相同之環氧樹脂及熱塑性樹脂以與本發明之碳纖維強化複合材料相同之混合比，於150°C加熱溶解而獲得樣品（混合物），使用流變儀對該樣品進行測定。例如，意指於使用20 mm平行板、降溫速度：5°C/min、轉速：100 rpm、間隙：500 μm之條件下測定時，於30°C、90°C之黏度。

再者，上述黏度測定中所使用之環氧樹脂與熱塑性樹脂係指碳纖維強化複合材料中所含有之環氧樹脂與熱塑性樹脂。

進而，關於測定黏度時之環氧樹脂與熱塑性樹脂之混合比，能夠以環氧樹脂：熱塑性樹脂為100：43~100：0.1之範圍進行測定。上述範圍更佳為100：30~100：0.1。

**【0011】** 於本發明中，上述混合物之黏度比可根據熱塑性樹脂之種類、平均聚合度、玻璃轉移溫度、環氧樹脂之種類等來進行調整。又，於使用聚乙烯縮醛樹脂作為熱塑性樹脂之情形時，亦可根據縮醛化度、羥基量、乙醯基量等來進行調整。

又，於使用聚乙烯縮醛樹脂作為熱塑性樹脂之情形時，藉由使縮醛基之碳數

(原料醛之碳數)變小，從而30°C之黏度變高，可使黏度比變大。

【0012】 上述混合物於30°C之黏度之較佳之下限為10 Pa·s，較佳之上限為1500 Pa·s。藉由為上述範圍內，從而能夠減少樹脂之滲出，並且縮短硬化時間，能夠實現較高之機械強度。上述於30°C之黏度之更佳下限為30 Pa·s，且更佳之上限為1000 Pa·s。

又，上述混合物於90°C之黏度之較佳下限為0.01 Pa·s，較佳之上限為10.0 Pa·s。藉由為上述範圍內，從而能夠減少樹脂之滲出，並且縮短硬化時間，能夠實現較高之機械強度。上述於90°C之黏度之更佳下限為0.1 Pa·s，且更佳之上限為5 Pa·s。

【0013】 本發明之碳纖維強化複合材料含有熱塑性樹脂。

作為上述熱塑性樹脂，例如可例舉：聚烯烴、聚酯、(甲基)丙烯酸樹脂、聚醯胺、聚胺酯 (polyurethane)、ABS樹脂、AES樹脂、AAS樹脂、MBS樹脂、陰離子-苯乙烯共聚物、苯乙烯-(甲基)丙烯酸甲酯共聚物、聚苯乙烯、聚碳酸酯、聚伸苯醚、苯氧樹脂、聚苯硫醚、聚醯亞胺、聚醚醯酮、聚醚砜、聚砜、聚芳酯、聚醚酮類、聚醚腈、聚硫醚砜、聚苯并咪唑、聚碳二醯亞胺、聚乙烯醇樹脂、聚乙烯縮醛樹脂等。

作為上述熱塑性樹脂，其中，較佳為使用後述之T<sub>g</sub> (玻璃轉移溫度)為60°C以上之樹脂。

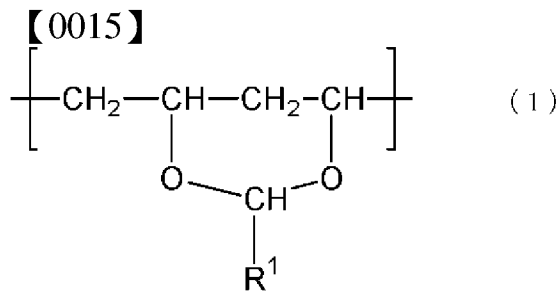
作為上述聚烯烴，例如可例舉：聚乙烯、聚丙烯、乙烯-乙酸乙烯酯共聚物、乙烯-(甲基)丙烯酸共聚物、乙烯-(甲基)丙烯酸甲酯共聚物、乙烯-(甲基)丙烯酸乙酯共聚物、乙烯-乙醇共聚物、乙烯-(甲基)丙烯酸乙酯-順丁烯二酸酐共聚物等。

作為上述(甲基)丙烯酸樹脂，例如可例舉：聚(甲基)丙烯酸甲酯等。

作為上述熱塑性樹脂，其中，較佳為聚乙烯縮醛樹脂。

上述熱塑性樹脂可單獨地使用，亦可組合2種以上來使用。

【0014】 上述聚乙烯縮醛樹脂較佳為含有下述式(1)所示之構成單元。



式(1)中， $\text{R}^1$ 表示碳數1以上之烷基。又， $\text{R}^1$ 可為相同者，亦可為不同者。

【0016】 上述式(1)中， $\text{R}^1$ 較佳為碳數1以上之烷基。

藉由使上述烷基之碳數為1以上，從而具有碳纖維複合材料之強韌性提高，耐衝擊性優異之優點。上述碳數較佳為1以上，且較佳為6以下。尤其是，式(1)中之 $\text{R}^1$ 較佳為碳數1以上之烷基、及/或碳數3以上之烷基。

【0017】 上述 $\text{R}^1$ 可為相同者，亦可為不同者之組合。

於上述 $\text{R}^1$ 為不同者之組合之情形時，較佳為碳數1以上之烷基、及碳數3以上之烷基之組合。

【0018】 作為上述烷基，只要是碳數1以上之烷基，則並無特別限定，例如可例舉：甲基、乙基、正丙基、異丙基、正丁基、異丁基、第二丁基、第三丁基等。又，可例舉：戊基、己基、庚基、2-乙基己基、辛基、壬基、癸基、十一基、十二基、十三基、十四基、十五基、十八基等。其中，較佳為甲基、正丙基。

【0019】 上述聚乙烯縮醛樹脂中，上述通式(1)所表示之具有縮醛基之構成單元之含量之較佳下限為30莫耳%，且較佳之上限為85莫耳%。

若上述縮醛基量為30莫耳%以上，則可製成強韌性優異之聚乙烯縮醛樹脂。若上述縮醛基量為85莫耳%以下，則可提高與環氧樹脂之相容性。

上述縮醛基量之更佳之下限為60莫耳%，且更佳之上限為80莫耳%。

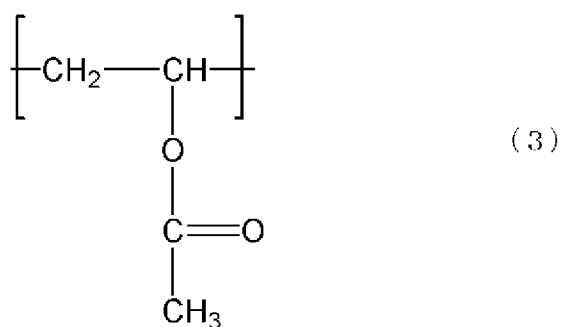
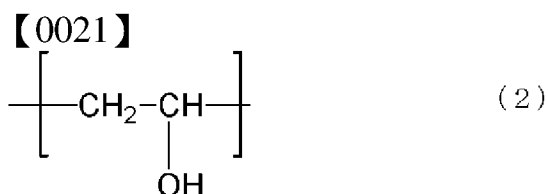
再者，於本說明書中，作為縮醛基量之計算方法，由於聚乙烯縮醛樹脂之縮醛基係使聚乙烯醇樹脂之具有2個羥基之構成單元縮醛化而獲得，因此採用對經

縮醛化之具有2個羥基之構成單元進行計數之方法來計算縮醛基量。

**【0020】** 上述聚乙烯縮醛樹脂中，於上述通式(1)中之 $R^1$ 具有甲基之情形時，該構成單元之含量(以下，亦稱為「乙醯縮醛化度」)之較佳之下限為5莫耳%，且較佳之上限為85莫耳%。藉由為上述範圍內，從而維持與環氧樹脂之相容性，可獲得優異之黏度特性。

又，上述聚乙烯縮醛樹脂中，於上述通式(1)中之 $R^1$ 具有正丙基之情形時，該構成單元之含量(以下，亦稱為「丁醛化度」)之較佳之下限為0.1莫耳%，且較佳之上限為80莫耳%。藉由為上述範圍內，從而維持與環氧樹脂之相容性，可獲得優異之黏度特性。

上述聚乙烯縮醛樹脂中，於上述通式(1)中之 $R^1$ 具有甲基與正丙基之兩者之情形時，上述乙醯縮醛化度相對於上述丁醛化度之比率[乙醯縮醛化度/丁醛化度]較佳為0.06以上且850以下。又，上述比率更佳為0.1以上且375以下。



**【0022】** 上述聚乙烯縮醛樹脂中，上述通式(2)所表示之具有羥基之構成單元之含量(以下，亦稱為「羥基量」)之較佳下限為15.0莫耳%，且較佳之上限為45.0莫耳%。

若上述羥基量為15.0莫耳%以上，則可製成接著性優異之聚乙烯縮醛樹脂。

若上述羥基量為45.0莫耳%以下，則可充分地提高與環氧樹脂之相容性。

上述羥基量之更佳之下限為16莫耳%，進而較佳之下限為18.0莫耳%，進而更佳之下限為20.0莫耳%，且更佳之上限為40.0莫耳%，進而較佳之上限為38.0莫耳%。

**【0023】** 上述聚乙烯縮醛樹脂中，上述通式(3)所表示之具有乙醯基之構成單元之含量(以下，亦稱為「乙醯基量」)之較佳下限為0.1莫耳%，且較佳之上限為25莫耳%。

若上述乙醯基量為0.1莫耳%以上，則可抑制聚乙烯縮醛樹脂中之羥基之分子內及分子間之氫鍵所產生之高黏度化。若上述乙醯基量為25莫耳%以下，則能夠在不過度降低聚乙烯縮醛樹脂之耐熱性之情況下，提高處理性。

上述乙醯基量之更佳之下限為0.5莫耳%，且更佳之上限為15莫耳%；進而較佳之下限為0.8莫耳%，且進而較佳之上限為14莫耳%。

再者，上述聚乙烯縮醛樹脂中，縮醛基量、羥基量及乙醯基量之合計量較佳為超過95莫耳%。更佳為96莫耳%以上。

**【0024】** 上述聚乙烯縮醛樹脂之平均聚合度較佳為2500以下。

藉由上述平均聚合度為2500以下，從而可賦予充分之機械強度。又，若上述平均聚合度為1000以下，則充分地提高於有機溶劑中之溶解性，可使得塗佈性、分散性變得更加優異。

上述平均聚合度之更佳之下限為150，且更佳之上限為1000。

上述平均聚合度與原料聚乙烯醇樹脂之平均聚合度相同。原料聚乙烯醇樹脂之平均聚合度可依據JIS K6726-1994進行測定。

**【0025】** 上述熱塑性樹脂之玻璃轉移溫度(T<sub>g</sub>)較佳為60°C以上。

藉由上述玻璃轉移溫度為60°C以上，從而不僅提高耐熱性，還可減少含浸時之滲出量。上述玻璃轉移溫度之更佳之下限為63°C。上述玻璃轉移溫度之上限並

無特別限定，為120°C。

再者，上述玻璃轉移溫度可使用示差掃描型熱量計（DSC）進行測定。

**【0026】** 通常而言，上述聚乙烯縮醛樹脂可藉由使聚乙烯醇樹脂縮醛化而製造。

作為上述縮醛化之方法，並無特別限定，可使用先前公知之方法，例如可例舉：於酸觸媒之存在下，於聚乙烯醇樹脂之水溶液、醇溶液、水/醇混合溶液、二甲基亞砜（DMSO）溶液中添加各種醛之方法等。

**【0027】** 作為上述醛，例如可例舉：碳數1~19之直鏈狀、支鏈狀、環狀飽和、環狀不飽和、或芳香族之醛等。具體而言，例如可例舉：甲醛、乙醛、丙醛、正丁醛、異丁醛、第三丁醛、苯甲醛、環己醛等。上述醛可單獨地使用，亦可併用2種以上。又，作為上述醛，較佳為除了甲醛、環狀飽和、環狀不飽和、或芳香族之醛以外之醛，尤佳為乙醛、正丁醛。

**【0028】** 作為上述醛之添加量，可根據目標之聚乙烯縮醛樹脂之縮醛基量，適當地進行設定。尤其是，若相對於聚乙烯醇樹脂100莫耳%，使上述醛之添加量較佳為50莫耳%以上且95莫耳%以下、更佳為55莫耳%以上且90莫耳%以下，則高效率地進行縮醛化反應，亦容易去除未反應之醛，故較佳。

**【0029】** 作為上述聚乙烯醇樹脂，例如可使用先前公知之聚乙烯醇樹脂，如：藉由鹼、酸、氨水等使聚乙酸乙烯酯皂化而製得之樹脂等。

上述聚乙烯醇樹脂亦可被完全皂化，但只要至少在主鏈之1處，存在最少1個「於內消旋、外消旋位具有2連串之羥基之單元」，則無需完全皂化，部分皂化之聚乙烯醇系樹脂亦可。又，作為上述聚乙烯醇樹脂，亦可使用能夠與乙烯醇共聚之單體與乙烯醇之共聚物，如：乙烯-乙酸乙烯酯共聚物樹脂、部分皂化乙烯-乙醇共聚物樹脂等。

作為上述聚乙酸乙烯酯系樹脂，例如可例舉：乙烯-乙酸乙烯酯共聚物等。

【0030】 上述聚乙烯縮醛樹脂較佳為皂化度為75莫耳%以上之聚乙烯醇樹脂之縮醛化物。又，上述皂化度更佳為85莫耳%以上且99.5莫耳%以下。

【0031】 又，反應後之保持時間亦會根據其他條件而不同，但較佳為1.5小時以上，更佳為2小時以上。藉由為上述保持時間，從而可充分地進行縮醛化反應。

反應後之保持溫度較佳為15°C以上，更佳為20°C以上。藉由為上述保持溫度，從而可充分地進行縮醛化反應。

【0032】 通常而言，由於上述聚乙烯醇樹脂含有皂化時所產生之作為鹼性成分之羧酸鹽，因此較佳為在將其洗淨去除或加以中和後使用。藉由將羧酸鹽洗淨去除或加以中和，從而可有效地抑制於鹼性條件下受到觸媒作用之醛之縮合反應，因此可更加抑制樹脂之著色。

作為上述洗淨步驟中之洗淨方法，例如可例舉：藉由溶劑萃取鹼性成分之方法；在將樹脂溶解於良溶劑後，投入不良溶劑而僅使樹脂再沈澱之方法；於含有聚乙烯醇系樹脂之溶液中添加吸附劑而吸附去除鹼性成分之方法等。

作為上述中和步驟中所使用之中和劑，例如可例舉：鹽酸、硫酸、硝酸、磷酸等礦酸；碳酸等無機酸；甲酸、乙酸、丙酸、丁酸、己酸等羧酸；甲磺酸、乙磺酸等脂肪族磺酸；苯磺酸等芳香族磺酸；苯酚等酚類等。

【0033】 本發明之碳纖維強化複合材料中之上述熱塑性樹脂之含量相對於環氧樹脂100重量份，較佳為0.01重量份以上且40.0重量份以下。若上述熱塑性樹脂之含量為上述範圍，則可充分地提高所獲得之碳纖維強化複合材料之機械強度。

又，本發明之碳纖維強化複合材料中之上述熱塑性樹脂之含量相對於複合材料整體，較佳為0.001重量%以上，且較佳為35重量%以下。若上述熱塑性樹脂之含量為上述範圍，則可充分地提高所獲得之碳纖維強化複合材料之機械強度。

【0034】 本發明之碳纖維強化複合材料含有碳纖維。

作為上述碳纖維，例如可例舉：PAN系碳纖維、瀝青系碳纖維、纖維素系碳纖維、氣相生長系碳纖維等。

【0035】 作為上述碳纖維之形態，可使用有撚線、解撚線及無撚線等，但由於當為有撚線時，構成碳纖維之長絲之配向並不平行，故會造成所獲得之碳纖維強化複合材料之力學特性下降，因此較佳地使用碳纖維強化複合材料之成形性與強度特性之均衡性較好之解撚線或無撚線。

又，為了提高與基質樹脂之接著性，上述碳纖維亦可被施以氧化處理而導入含氧官能基。作為上述氧化處理方法，使用氣相氧化、液相氧化及液相電解氧化，但基於生產性較高，可進行均勻處理之觀點而言，較佳為使用液相電解氧化。

【0036】 上述碳纖維之單纖維纖度較佳為0.2~2.0 dtex，更佳為0.4~1.8 dtex。藉由使單纖維纖度為0.2 dtex以上，從而當進行撚線時，不易發生因與導輓之接觸所導致之碳纖維損傷，又，樹脂組成物之含浸處理步驟中，亦不易發生同樣之損傷。藉由單纖維纖度為2.0 dtex以下，從而可使樹脂組成物充分地含浸於碳纖維中，就結果而言，提高耐疲勞性。又，根據與上述相同之理由，上述碳纖維之纖度較佳為50~1800 tex。

關於上述碳纖維，一個纖維束中之長絲數較佳為2500~100000根之範圍。若長絲數低於2500根，則纖維之排列容易變得蜿蜒，容易造成強度下降。又，若長絲數超過100000根，則在預浸體之製作或成形時有時較難進行樹脂含浸。長絲數更佳為2800~80000根之範圍。

【0037】 上述碳纖維之平均纖維直徑較佳為2  $\mu\text{m}$ 以上，更佳為3  $\mu\text{m}$ 以上，且較佳為30  $\mu\text{m}$ 以下，更佳為26  $\mu\text{m}$ 以下。

上述碳纖維之平均纖維長度較佳為2 mm以上，更佳為4 mm以上，且較佳為100 mm以下，更佳為80 mm以下。

上述碳纖維之形態並無特別限定，例如可例舉：纖維狀、紡織物、編織物、不織布之片狀等。

於上述碳纖維為片狀之情形時，上述纖維之單位面積重量較佳為 $100\text{ g/m}^2$ 以上，更佳為 $350\text{ g/m}^2$ 以上，且較佳為 $1000\text{ g/m}^2$ 以下，更佳為 $650\text{ g/m}^2$ 以下。

又，上述碳纖維之密度較佳為 $1.0\text{ g/cm}^3$ 以上且 $3.0\text{ g/cm}^3$ 以下。

**【0038】** 本發明之碳纖維強化複合材料中之上述碳纖維之含量較佳為35重量%以上，且較佳為100重量%以下。若上述碳纖維之含量為上述範圍，則可充分地提高所獲得之碳纖維強化複合材料之機械強度。

又，上述碳纖維之含量相對於上述環氧樹脂100重量份，較佳為50~3800重量份。

**【0039】** 本發明之碳纖維強化複合材料含有環氧樹脂。

藉由含有上述環氧樹脂，從而能夠藉由加熱等施加能量而使其交聯，能夠實現較高之接著性。

**【0040】** 作為上述環氧樹脂，例如可例舉：單官能環氧化合物、二官能環氧化合物、三官能以上之環氧化合物等多官能環氧化合物，更佳為包含單官能環氧化合物及二官能環氧化合物。

**【0041】** 作為上述單官能環氧化合物，可例舉：具有環氧丙基之(甲基)丙烯酸酯、脂肪族系環氧樹脂、芳香族系環氧樹脂等。其中，較佳為含有具有環氧丙基之(甲基)丙烯酸酯。

作為上述具有環氧丙基之(甲基)丙烯酸酯，例如可例舉：(甲基)丙烯酸環氧丙基酯、(甲基)丙烯酸-2-羥基乙酯環氧丙基醚、(甲基)丙烯酸-2-羥基丙酯環氧丙基醚、(甲基)丙烯酸-3-羥基丙酯環氧丙基醚、(甲基)丙烯酸-4-羥基丁酯環氧丙基醚、聚乙二醇-聚丙二醇(甲基)丙烯酸酯環氧丙基醚等。

作為上述脂肪族系環氧樹脂，可例舉：丁基環氧丙基醚、月桂基環氧丙基醚

等脂肪族醇之環氧丙基醚等。

作為上述芳香族系環氧樹脂，可例舉：苯基環氧丙基醚、4-第三丁基苯基環氧丙基醚等。

其中，較佳為具有環氧丙基之(甲基)丙烯酸酯、芳香族系環氧樹脂。

**【0042】** 作為上述二官能環氧化合物，例如可例舉：酚系酚醛清漆型環氧樹脂、雙酚A型環氧樹脂、雙酚F型環氧樹脂、雙酚S型環氧樹脂、烷基酚型環氧樹脂、間苯二酚型環氧樹脂、二官能之萘型環氧樹脂等二官能之芳香族系環氧樹脂；二環戊二烯二甲醇二環氧丙基醚等二官能之脂環式環氧樹脂；聚丙二醇二環氧丙基醚、聚乙二醇二環氧丙基醚等聚伸烷基二醇二環氧丙基醚；鄰苯二甲酸二環氧丙基酯、四氫鄰苯二甲酸二環氧丙基酯、二聚酸二環氧丙基酯等二官能之環氧丙基酯型環氧樹脂；二環氧丙基苯胺、二環氧丙基甲苯胺等二官能之環氧丙基胺型環氧樹脂；二官能之雜環式環氧樹脂；二官能之二芳基砜型環氧樹脂；對苯二酚二環氧丙基醚、2,5-二第三丁基對苯二酚二環氧丙基醚、間苯二酚二環氧丙基醚等對苯二酚型環氧樹脂；丁二醇二環氧丙基醚、丁烯二醇二環氧丙基醚、丁炔二醇二環氧丙基醚等二官能之伸烷基環氧丙基醚系化合物；1,3-二環氧丙基-5,5-二烷基乙內醯脲、1-環氧丙基-3-(環氧丙氧基烷基)-5,5-二烷基乙內醯脲等二官能之含環氧丙基之乙內醯脲化合物；1,3-雙(3-環氧丙氧基丙基)-1,1,3,3-四甲基二矽氧烷、 $\alpha,\beta$ -雙(3-環氧丙氧基丙基)聚二甲基矽氧烷等二官能之含環氧丙基之矽氧烷；新戊二醇二環氧丙基醚；其等之改質物等。該等二官能環氧化合物可單獨地使用，亦可併用2種以上。其中，基於反應性及作業性之觀點而言，較適宜為雙酚A型環氧樹脂、雙酚F型環氧樹脂等二官能之芳香族系環氧樹脂；二環戊二烯二甲醇二環氧丙基醚等二官能之脂環式環氧樹脂；聚丙二醇二環氧丙基醚等聚伸烷基二醇二環氧丙基醚。

**【0043】** 作為上述三官能以上之環氧化合物，例如可例舉：三官能以上之

酚系酚醛清漆型環氧樹脂等三官能以上之芳香族系環氧樹脂；三官能以上之脂環式環氧樹脂；三官能以上之環氧丙基酯型環氧樹脂；四環氧丙基二胺基二苯甲烷、三環氧丙基對胺基苯基甲烷、三環氧丙基間胺基苯基甲烷、四環氧丙基間苯二甲胺等三官能以上之環氧丙基胺型環氧樹脂；三官能以上之雜環式環氧樹脂；三官能以上之二芳基砜型環氧樹脂；甘油三環氧丙基醚、三羥甲基丙烷三環氧丙基醚、新戊四醇四環氧丙基醚等三官能以上之伸烷基環氧丙基醚系化合物；三官能以上之含環氧丙基之乙內醯脲化合物；三官能以上之含環氧丙基之矽氧烷；其等之改質物等。該等三官能以上之環氧樹脂可單獨地使用，亦可併用2種以上。

**【0044】** 本發明之碳纖維強化複合材料中，上述環氧樹脂之含量之較佳之下限為3重量%，更佳之下限為6.5重量%，且較佳之上限為66重量%，更佳之上限為56重量%。

又，本發明中，相對於碳纖維100重量份，較佳為含有環氧樹脂0.5重量份以上且300重量份以下。藉此，不僅可縮短硬化速度，並且可賦予較高之強韌性。

**【0045】** 上述環氧樹脂之環氧當量（每一個環氧基之分子量）之較佳之下限為100，且較佳之上限為5000。

上述環氧樹脂之分子量之較佳之下限為100，且較佳之上限為70000。

**【0046】** 本發明之碳纖維強化複合材料中，上述熱塑性樹脂之含量與上述環氧樹脂之含量之比（熱塑性樹脂之含量/環氧樹脂之含量）之較佳之下限為0.0001，更佳之下限為0.001，且較佳之上限為0.4，更佳之上限為0.35。

**【0047】** 本發明之碳纖維強化複合材料含有硬化劑。

作為上述硬化劑，例如可例舉：酚系硬化劑、硫醇系硬化劑、胺系硬化劑、咪唑系硬化劑、酸酐系硬化劑、氰酸酯系硬化劑、活性酯系硬化劑等。其中，較佳為胺系硬化劑。

**【0048】** 作為上述胺系硬化劑，例如可例舉：三甲胺、三乙胺、N,N-二甲

基哌啶、三仲乙基二胺、苄基二甲胺、2-(二甲胺基甲基)苯酚、2,4,6-參(二甲胺基甲基)苯酚、1,8-二氮雜雙環(5,4,0)-十一烯-7、1,5-二氮雜雙環(4,3,0)-壬烯-5等。

【0049】 作為上述咪唑系硬化劑，例如可例舉：咪唑、2-甲基咪唑、1,2-二甲基咪唑、2-乙基-4-甲基咪唑、2-十一烷基咪唑、2-十七烷基咪唑、2-苯基咪唑、2-苄基-4-甲基咪唑、1-苄基咪唑、1-苄基-2-苯基咪唑、1-氰基乙基-2-甲基咪唑等。

【0050】 本發明之碳纖維強化複合材料中之上述硬化劑之含量相對於上述環氧樹脂100重量份，較佳之下限為0.5重量份，更佳之下限為1.0重量份，且較佳之上限為100重量份，更佳之上限為50重量份。

又，本發明之碳纖維強化複合材料中之上述硬化劑之含量較佳為0.01~80重量%。

【0051】 本發明之碳纖維強化複合材料亦可進而含有硬化促進劑、有機溶劑。

作為上述硬化促進劑，例如可例舉：磷化合物、胺化合物及有機金屬化合物等。

本發明之碳纖維強化複合材料中之上述硬化促進劑之含量相對於上述環氧樹脂100重量份，較佳之下限為0.1重量份，更佳之下限為0.5重量份，且較佳之上限為30重量份，更佳之上限為10重量份。

【0052】 作為上述有機溶劑，例如可例舉：酮類、醇類、芳香族烴類、酯類等。

作為上述酮類，可例舉：丙酮、甲基乙基酮、二丙基酮、二異丁基酮等。

作為上述醇類，可例舉：甲醇、乙醇、異丙醇、丁醇等。

作為上述芳香族烴類，可例舉：甲苯、二甲苯等。

作為上述酯類，可例舉：丙酸甲酯、丙酸乙酯、丙酸丁酯、丁酸甲酯、丁酸

乙酯、丁酸丁酯、戊酸甲酯、戊酸乙酯、戊酸丁酯、己酸甲酯、己酸乙酯、己酸丁酯、乙酸2-乙基己酯、丁酸2-乙基己酯等。

又，亦可使用：甲基賽路蘇、乙基賽路蘇、丁基賽路蘇、松油醇、二氫松油醇、乙酸丁基賽路蘇、丁基卡必醇乙酸酯、松油醇乙酸酯、二氫松油醇乙酸酯等。

**【0053】** 本發明之碳纖維強化複合材料中之上述有機溶劑之含量之較佳之上限為5.0重量%，特佳為0重量%。

**【0054】** 於不損害本發明之效果之範圍內，本發明之碳纖維強化複合材料亦可含有除了環氧樹脂、熱塑性樹脂以外之其他樹脂。於此情形時，其他樹脂之含量較佳為10重量%以下。

**【0055】** 於不損害本發明之效果之範圍內，本發明之碳纖維強化複合材料亦可進而含有公知之添加劑，如：賦黏樹脂、接著力調節劑、乳化劑、抗氧化劑、軟化劑、填充劑、顏料、染料、矽烷偶合劑、抗氧化劑、界面活性劑、蠟等。

**【0056】** 作為製造本發明之碳纖維強化複合材料之方法，並無特別限定，例如可使用下述之碳纖維強化複合材料之製造方法，其至少具有以下步驟：製作含有環氧樹脂、硬化劑、及熱塑性樹脂之樹脂組成物之步驟；及使上述樹脂組成物與碳纖維複合化之步驟；且上述環氧樹脂與上述熱塑性樹脂之混合物於30°C之黏度與於90°C之黏度之比（30°C之黏度/90°C之黏度）未達100。

再者，本發明之碳纖維強化複合材料之製造方法中，除了環氧樹脂、硬化劑、熱塑性樹脂、碳纖維之各構成以外，上述混合物之「30°C之黏度/90°C之黏度」亦與本發明之碳纖維強化複合材料之情況相同，故省略其說明。

**【0057】** 作為上述製作樹脂組成物之步驟，可例舉：使用球磨機、攪拌磨機、三輥研磨機、分散機、行星式混合機等各種混合機，使上述環氧樹脂、硬化劑、熱塑性樹脂、及視需要添加之各種添加劑混合後，含浸於碳纖維中之方法等。

又，作為上述製作樹脂組成物之步驟，可在使環氧樹脂及熱塑性樹脂混合

後，再添加硬化劑來進行製作，亦可同時添加環氧樹脂、硬化劑、及熱塑性樹脂來進行製作。

**【0058】** 作為上述使樹脂組成物與碳纖維複合化之方法，例如可例舉：使其含浸於碳纖維中之方法等。具體而言，例如可例舉：高壓釜法、加壓法、手工塗佈法、拉抽成形法、長絲纏繞法、RTM法、針式纏繞法（pin winding method）、浸漬法、熱（冷）壓法、噴塗法、連續加壓法等。

**【0059】** 碳纖維強化複合材料之用途並無特別限定，以航空器用結構材料為首，還可用於汽車用途、船舶用途、運動用途、其他風車或輻等一般產業用途。但，其中較佳為應用於作為中間構件之預浸體、片狀模壓料（SMC），尤佳為應用於使用預浸體之用途。

[發明之效果]

**【0060】** 根據本發明，可提供：一種能夠減少樹脂之滲出，並且縮短硬化時間，能夠實現較高之機械強度、經時穩定性之碳纖維強化複合材料。

**【圖式簡單說明】**

無

**【實施方式】**

**【0061】** 以下，舉出實施例，對本發明進而詳細地進行說明，但本發明並不僅限於該等實施例。

**【0062】** （實施例1）

（聚乙烯縮醛樹脂之製作）

於平均聚合度800、皂化度95.0莫耳%之聚乙烯醇樹脂250 g中加入純水2700 g，於90℃攪拌約2小時使其溶解。將該溶液冷卻至40℃後，向其中添加濃度35重

量%之鹽酸100 g與丁醛160 g來進行縮醛化反應，析出反應產物。其後，於40°C完成縮醛化反應後，依照慣例進行中和、水洗及乾燥，從而獲得聚乙烯縮醛樹脂（聚乙烯醇縮丁醛樹脂）之白色粉末。

將所獲得之聚乙烯縮醛樹脂以10重量%之濃度溶解於DMSO-d<sub>6</sub>中，使用<sup>13</sup>C-NMR，測定縮醛基量（縮醛化度）、羥基量、乙醯基量。

#### 【0063】（預浸體之製作）

相對於雙酚A型環氧樹脂（JER828、Japan Epoxy Resins公司製造）100重量份，添加硬化劑（雙氰胺）6重量份、及所獲得之聚乙烯縮醛樹脂10重量份，使用Process Homogenizer（SMT公司製造），以15000 rpm加以混合，從而製備樹脂組成物。

其後，利用手工塗佈法，使所獲得之樹脂組成物含浸於PAN系碳纖維（東麗公司製造、T700SC-12000-50C、長絲數：12000、纖度：800 tex、密度：1.8 g/cm<sup>3</sup>）中，並於150°C加熱1小時而使其硬化，從而製作預浸體。再者，相對於雙酚A型環氧樹脂100重量份，使用PAN系碳纖維300重量份。

#### 【0064】（實施例2~10、比較例1~5、8、9）

使用表1所示之種類、添加量之聚乙烯醇樹脂（PVA）、醛，並以表2所示之組成製備樹脂組成物，除此以外，與實施例1同樣地製作聚乙烯縮醛樹脂、樹脂組成物、預浸體。

再者，實施例6、實施例7及比較例3中使用2種不同之醛。

又，實施例7~9、比較例8、9中使用雙酚F型環氧樹脂（NPEF-170、南亞塑膠公司製造）來代替雙酚A型環氧樹脂（JER828、Japan Epoxy Resins公司製造）。

進而，實施例10中使用非芳香族[脂環式]環氧樹脂（Celloxide 2021P、DAICEL公司製造）來代替雙酚A型環氧樹脂（JER828、Japan Epoxy Resins公司製造）。

**【0065】** （比較例6）

於「(預浸體之製作)」中，添加聚醚磺(Sumikaexcel 5003MPS、住友化學公司製造) 5重量份來代替所獲得之聚乙烯縮醛樹脂10重量份，除此以外，與實施例1同樣地製作樹脂組成物、預浸體。

**【0066】** （比較例7）

於「(預浸體之製作)」中，添加苯氧樹脂(PhenoTohto YP-50、日鐵化學材料公司製造) 5重量份來代替所獲得之聚乙烯縮醛樹脂10重量份，除此以外，與實施例1同樣地製作樹脂組成物、預浸體。

**【0067】** （實施例11~13、比較例10~11）

以表2所示之組成(環氧樹脂、硬化劑、聚乙烯縮醛樹脂、碳纖維)製備樹脂組成物，除此以外，與實施例1同樣地製作樹脂組成物、預浸體。

再者，比較例11中使用酚系酚醛清漆型環氧樹脂(NPPN-631、南亞環氧樹脂公司製造、超過二官能之縮水甘油醚型環氧樹脂)來代替雙酚A型環氧樹脂(JER828、Japan Epoxy Resins公司製造)。

關於聚乙烯縮醛樹脂之種類，「實施例1」係使用與實施例1相同之聚乙烯縮醛樹脂之含義。

**【0068】** （評價）

針對實施例及比較例中所獲得之聚乙烯縮醛樹脂(或其他樹脂[聚醚磺及苯氧樹脂])、樹脂組成物、預浸體，進行了以下之評價。將結果示於表1、表2中。

**【0069】** （1）玻璃轉移溫度(T<sub>g</sub>)之測定

針對所獲得之聚乙烯縮醛樹脂(或其他樹脂)，使用示差掃描型熱量計(DSC)，以10°C/分鐘之升溫速度測定玻璃轉移溫度。

**【0070】** （2）流變評價(黏度測定)

使樹脂組成物之製作中所使用之環氧樹脂與熱塑性樹脂以與樹脂組成物相

同之混合比（例如，於實施例1之情形時，相對於環氧樹脂100重量份，聚乙烯縮醛樹脂為10重量份）加以混合，於150°C使其加熱溶解，從而製作黏度測定樣品（混合物）。使用流變儀（TA公司製造），於下述條件下測定所獲得之樣品於30°C、90°C之黏度。又，算出黏度比（30°C/90°C）。

板：20 mm平行板

測定溫度：150°C～10°C（降溫速度：5°C/min）

轉速：100 rpm

間隙：500 μm

#### 【0071】 （3）經時穩定性

針對「(2) 流變評價（黏度測定）」中所獲得之黏度測定樣品，利用相同之方法測定樣品剛製作完成後之黏度。

又，將黏度測定樣品於60°C之恆溫槽內保管3個月後，實施黏度測定，算出黏度變化率。再者，黏度測定裝置、條件與「(2) 流變評價（黏度測定）」相同，黏度變化率係使用60°C時之黏度測定值而算出。

再者，於熱塑性樹脂與環氧樹脂之混合物之經時穩定性優異之情形時，當用作碳纖維強化複合材料時，能夠實現優異之長期保管性。

#### 【0072】 （4）硬化時間縮短率

針對所獲得之樹脂組成物，使用DSC測定硬化結束時間。

具體而言，於下述條件下進行DSC測定，將連結發熱峰之斜率為0之點與反應開始點之線設定為基準線值。其後，將被基準線與DSC曲線所包圍之面積作為反應熱，算出每個時間點之硬化反應率，將硬化反應率為95%之時間設為硬化結束時間。

[DSC條件]

裝置：Hitachi High-Tech Science公司製造之DSC（DSC7000X）

測定溫度：20→160℃（10℃/min）保持150分鐘

測定氣氛：空氣50 mL/min

又，針對自各樹脂組成物去除了熱塑性樹脂後之對照組成物，亦同樣地測定硬化結束時間，其後算出硬化時間縮短率（%），並依據以下之基準進行評價。

◎：硬化時間縮短率為15%以上

○：硬化時間縮短率為10%以上且未達15%

△：硬化時間縮短率為5%以上且未達10%

×：硬化時間縮短率未達5%

#### 【0073】（5）樹脂組成物殘留率

針對所獲得之預浸體，算出相對於含浸之樹脂組成物之量的殘留於碳纖維內之樹脂組成物之量（樹脂組成物殘留率），並依據以下之基準進行評價。再者，樹脂組成物殘留率越高，則可視為樹脂等自預浸體之滲出量越少。

◎：樹脂組成物殘留率為90%以上

○：樹脂組成物殘留率為80%以上且未達90%

△：樹脂組成物殘留率為65%以上且未達80%

×：樹脂組成物殘留率未達65%

#### 【0074】（6）加工性差異

將所獲得之預浸體積層5片後，利用鑽孔器開孔，對開口部之外觀實施觀察，並依據以下之基準進行評價（樣品數量：10個）。

◎：完全未發生層間剝離

○：未發生層間剝離之樣品數量為9個以上

△：未發生層間剝離之樣品數量為7～8個

×：未發生層間剝離之樣品數量為6個以下

【0075】 [表1]

	PVA		縮醛化步驟		熱塑性樹脂 種類	樹脂特性					
	平均聚合度	皂化度 (莫耳%)	醛種類	醛添加量 (g)		R <sup>1</sup> 種類	平均聚合度	縮醛化度 (莫耳%)	經基量 (莫耳%)	乙醯基量 (莫耳%)	Tg (°C)
實施例 1	800	95.0	丁醛	160	聚乙烯縮醛 樹脂	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub>	800	72.0	23.0	5.0	67
實施例 2	300	98.0	丁醛	150		C <sub>3</sub> H <sub>7</sub>	300	70.0	28.0	2.0	70
實施例 3	400	90.0	丁醛	145		C <sub>3</sub> H <sub>7</sub>	400	67.0	23.0	10.0	65
實施例 4	1000	85.0	丁醛	140		C <sub>3</sub> H <sub>7</sub>	1000	62.0	23.0	15.0	63
實施例 5	400	85.0	乙醛	90		CH <sub>3</sub>	400	62.0	23.0	15.0	100
實施例 6	550	80.0	乙醛	45		CH <sub>3</sub>	550	44.0	36.0	20.0	75
			丁醛	20							
實施例 7	300	99.0	乙醛	35		CH <sub>3</sub>	300	67.0	32.0	1.0	80
			丁醛	110		C <sub>3</sub> H <sub>7</sub>					
實施例 8	300	98.0	丁醛	150		C <sub>3</sub> H <sub>7</sub>	300	70.0	28.0	2.0	70
實施例 9	300	99.0	丁醛	135	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub>	300	63.0	36.0	1.0	70	
實施例 10	300	99.0	乙醛	90	CH <sub>3</sub>	300	74.0	25.0	1.0	106	
比較例 1	800	93.0	甲醛	83	聚乙烯縮醛 樹脂	H	800	86.5	6.5	7.0	118
比較例 2	300	99.0	乙醛	90		CH <sub>3</sub>	300	74.0	25.0	1.0	106
比較例 3	300	99.0	乙醛	30		CH <sub>3</sub>	300	67.0	32.0	1.0	75
			丁醛	110		C <sub>3</sub> H <sub>7</sub>					
比較例 4	300	99.0	丁醛	135		C <sub>3</sub> H <sub>7</sub>	300	63.0	36.0	1.0	70
比較例 5	300	99.0	丁醛	145	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub>	300	69.0	30.0	1.0	68	
比較例 6	-	-	-	-	聚醚磺	-	-	-	-	-	205
比較例 7	-	-	-	-	苯氧樹脂	-	-	-	-	-	84
比較例 8	800	93.0	甲醛	83	聚乙烯縮醛 樹脂	H	800	86.5	6.5	7.0	118
比較例 9	300	99.0	乙醛	90		CH <sub>3</sub>	300	74.0	25.0	1.0	106

【0076】 [表2]

	樹脂組成物 (重量份)							評價 (混合物)				評價		
	環氧樹脂		硬化劑	熱塑性樹脂			碳纖維	黏度 (Pa·s)		黏度比 (30°C / 90°C)	經時穩定性 黏度變化率 (%)	硬化時間縮短率 (%)	樹脂組成物殘存率 (%)	加工性差異
				種類	添加量	種類		添加量	其他樹脂					
	種類	添加量	種類				添加量			種類	添加量			
實施例 1	雙酚 A 型 環氧樹脂	100	6	實施例 1	10	-	300	45.2	1.8	25.1	132	○	○	○
實施例 2		100	6	實施例 2	10	-	300	85.4	0.9	94.9	117	○	○	○
實施例 3		100	6	實施例 3	5	-	300	39.8	1.6	24.9	109	○	○	○
實施例 4		100	6	實施例 4	20	-	300	46.3	1.4	33.1	126	○	○	○
實施例 5		100	6	實施例 5	10	-	300	87.2	2.0	43.6	113	◎	◎	◎
實施例 6		100	6	實施例 6	5	-	300	51.1	1.8	28.4	108	○	○	◎
實施例 7	雙酚 F 型 環氧樹脂	100	6	實施例 7	10	-	300	40.5	6.7	6.0	133	◎	○	◎
實施例 8		100	6	實施例 8	10	-	300	11.8	0.2	59.0	138	○	◎	○
實施例		100	6	實施例	10	-	300	34.3	0.4	85.8	146	○	○	○

9				例 9										
實施例 10	非芳香族環氧樹脂	100	6	實施例 10	10	-	300	12.3	0.4	30.8	111	○	◎	◎
實施例 11	雙酚 A 型環氧樹脂	100	6	實施例 1	1	-	300	3.1	0.3	10.3	102	○	○	○
實施例 12		100	6	實施例 5	5	-	300	18.1	0.4	45.3	104	○	○	○
實施例 13		100	6	實施例 5	30	-	300	5642.5	119.0	47.4	289	◎	◎	◎
比較例 1		100	6	比較例 1	10	-	300	1229.2	4.7	261.5	254	×	×	×
比較例 2	雙酚 A 型環氧樹脂	100	6	比較例 2	3	-	300	878.5	2.2	399.3	277	○	×	△
比較例 3		100	6	比較例 3	10	-	300	135.0	1.2	112.5	213	○	×	△
比較例 4		100	6	比較例 4	10	-	300	78.0	0.6	125.8	200	△	△	△
比較例 5		100	6	比較例 5	5	-	300	129.8	1.1	118.0	181	△	△	△
比較例 6		100	6	-	-	5	300	71.9	0.5	143.8	172	×	○	×
比較例 7		100	6	-	-	5	300	399.8	1.5	266.5	241	×	○	△
比較例 8		100	6	比較例 8	10	-	300	666.7	2.5	266.7	268	×	×	×
比較例 9	雙酚 F 型環氧樹脂	100	6	比較例 9	5	-	300	370.9	1.2	309.1	250	○	×	△
比較例 10		100	6	比較例 9	45	-	350	19682.1	138.3	142.3	462	○	×	△
比較例 11	酚系酚醛清漆型環氧樹脂	100	6	比較例 9	10	-	300	23240.0	6.1	3809.8	365	×	△	×

## [產業上之可利用性]

【0077】 根據本發明，可提供一種能夠減少樹脂之滲出，並且縮短硬化時間，能夠實現較高之機械強度之碳纖維強化複合材料及碳纖維強化複合材料之製造方法。

## 【符號說明】

無

## 【發明申請專利範圍】

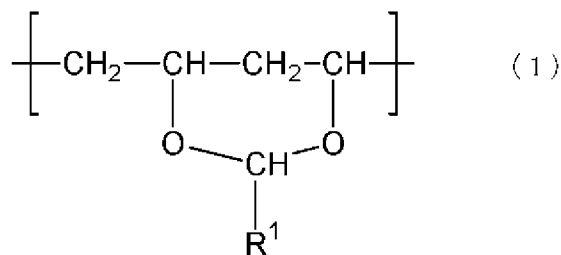
【請求項 1】一種碳纖維強化複合材料，其含有碳纖維、環氧樹脂、硬化劑、及熱塑性樹脂，且

上述環氧樹脂與上述熱塑性樹脂之混合物於 30°C 之黏度與於 90°C 之黏度之比（30°C 之黏度/90°C 之黏度）未達 100。

【請求項 2】如請求項 1 之碳纖維強化複合材料，其中，上述熱塑性樹脂之玻璃轉移溫度為 60°C 以上。

【請求項 3】如請求項 1 或 2 之碳纖維強化複合材料，其中，上述熱塑性樹脂係聚乙烯縮醛樹脂。

【請求項 4】如請求項 3 之碳纖維強化複合材料，其中，上述聚乙烯縮醛樹脂含有下述式（1）所示之構成單元；



式（1）中，R<sup>1</sup> 表示碳數 1 以上之烷基；又，R<sup>1</sup> 可為相同者，亦可為不同者。

【請求項 5】如請求項 1 至 4 中任一項之碳纖維強化複合材料，其中，上述聚乙烯縮醛樹脂中，羥基量為 16.0 莫耳% 以上且 45.0 莫耳% 以下。

【請求項 6】如請求項 1 至 5 中任一項之碳纖維強化複合材料，其被用作預浸體。

【請求項 7】如請求項 1 至 6 中任一項之碳纖維強化複合材料，其中，環氧樹脂含有雙酚 A 型環氧樹脂。

【請求項 8】如請求項 1 至 7 中任一項之碳纖維強化複合材料，其中，相對於環氧樹脂 100 重量份，含有熱塑性樹脂 0.01 重量份以上且 40 重量份以下。

【請求項 9】如請求項 1 至 8 中任一項之碳纖維強化複合材料，其中，相對於碳纖維 100 重量份，含有環氧樹脂 0.5 重量份以上且 300 重量份以下。

【請求項 10】一種碳纖維強化複合材料之製造方法，其至少具有下述步驟：製作含有環氧樹脂、硬化劑、及熱塑性樹脂之樹脂組成物之步驟；及

使上述樹脂組成物與碳纖維複合化之步驟；且

上述環氧樹脂與上述熱塑性樹脂之混合物於 30°C 之黏度與於 90°C 之黏度之比（30°C 之黏度/90°C 之黏度）未達 100。