



(21)申請案號：110127474

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 07 月 27 日

(51)Int. Cl. : C08J5/04 (2006.01)

C08J5/24 (2006.01)

C08K7/06 (2006.01)

C08K7/14 (2006.01)

(30)優先權：2020/07/27 日本

2020-126652

(71)申請人：日商東麗股份有限公司 (日本) TORAY INDUSTRIES, INC. (JP)

日本

(72)發明人：津田皓正 TSUDA, TERUMASA (JP)；竹原大洋 TAKEHARA, TOMOHIRO (JP)；

本間雅登 HONMA, MASATO (JP)

(74)代理人：王彥評

(56)參考文獻：

TW 200421968A

TW 200829408A

審查人員：李秉宸

申請專利範圍項數：13 項 圖式數：9 共 55 頁

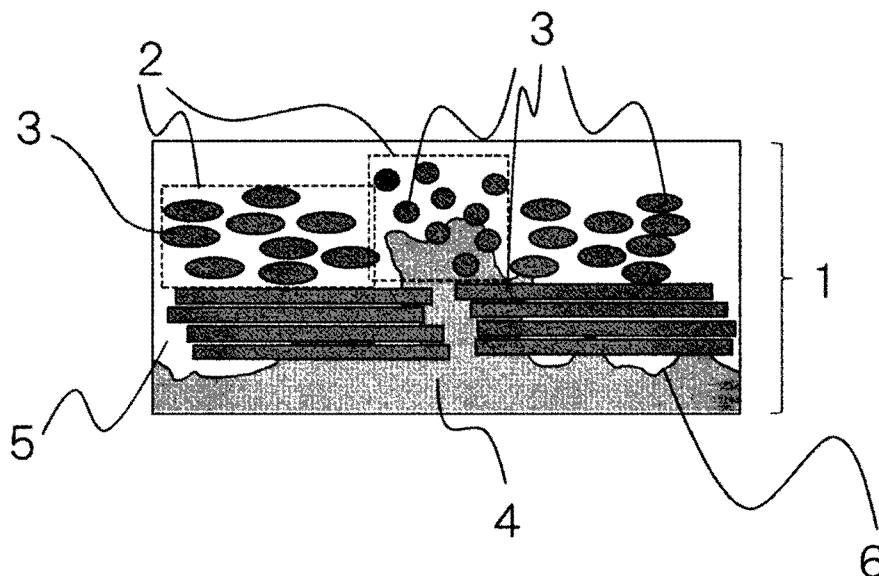
(54)名稱

纖維強化塑膠及纖維強化塑膠之製造方法

(57)摘要

本發明關於一種纖維強化塑膠，其係具有包含強化纖維與將熱硬化性樹脂及熱塑性樹脂一體化而成的基質之層，作為厚度方向的至少一表層，前述強化纖維係形成經隨機堆疊的不連續強化纖維束，或形成經單向排列的不連續強化纖維束，前述不連續強化纖維束的一部分係與前述熱硬化性樹脂及前述熱塑性樹脂之雙方相接，前述熱塑性樹脂露出於前述表層之表面的至少一部分。

指定代表圖：



符號簡單說明：

1:纖維強化塑膠

2:不連續強化纖維束

3:不連續強化纖維

4:熱塑性樹脂

5:熱硬化性樹脂

6:界面

【圖 2】



I888608

【發明摘要】

【中文發明名稱】

纖維強化塑膠及纖維強化塑膠之製造方法

【中文】

本發明關於一種纖維強化塑膠，其係具有包含強化纖維與將熱硬化性樹脂及熱塑性樹脂一體化而成的基質之層，作為厚度方向的至少一表層，前述強化纖維係形成經隨機堆疊的不連續強化纖維束，或形成經單向排列的不連續強化纖維束，前述不連續強化纖維束的一部分係與前述熱硬化性樹脂及前述熱塑性樹脂之雙方相接，前述熱塑性樹脂露出於前述表層之表面的至少一部分。

【指定代表圖】圖 2。

【代表圖之符號簡單說明】

- 1:纖維強化塑膠
- 2:不連續強化纖維束
- 3:不連續強化纖維
- 4:熱塑性樹脂
- 5:熱硬化性樹脂
- 6:界面

【特徵化學式】

無。

【發明說明書】

【中文發明名稱】

纖維強化塑膠及纖維強化塑膠之製造方法

【技術領域】

【0001】本發明關於纖維強化塑膠及纖維強化塑膠之製造方法。

【先前技術】

【0002】使用熱硬化性樹脂或熱塑性樹脂作為基質，與碳纖維或玻璃纖維等強化纖維組合而成之纖維強化複合材料，由於輕量，同時強度或剛性等力學特性或耐熱性、耐蝕性優異。因此，纖維強化塑膠被應用於航空、宇宙、汽車、鐵路車輛、船舶、土木建築及運動用品等之許多領域。

【0003】然而，纖維強化塑膠係不適合於以單一的成形步驟製造具有複雜形狀的零件或構造體，於上述用途中，必須製作由纖維強化塑膠所成的構件，隨後與同種或異種的構件一體化。作為將纖維強化塑膠與同種或異種的構件一體化之手法，採用使用螺栓、鉚釘、螺絲等之機械接合方法，或使用接著劑之接合方法。

【0004】於機械接合方法中，由於需要開孔步驟等預先加工接合部分之步驟，故造成製程的長時間化及製造成本的增加，而且由於開孔，有材料強度降低之問題。於使用接著劑的接合方法中，亦由於需要包含接著劑的準備或接著劑的塗布作業之接著步驟及硬化步驟，故造成製程的長時間化，且於接著強度，亦有得不到充

分滿足可靠性之問題。

【0005】 在基質樹脂使用熱塑性樹脂之纖維強化塑膠，由於可藉由熔接而與使用其它熱塑性樹脂的構件接合，可以說比較容易簡化步驟。例如，專利文獻 1 中揭示一種纖維強化樹脂製之積層體，其中熱硬化性樹脂層與熱塑性樹脂層係在強化纖維束之內部形成凹凸形狀的邊界面，並且記載：透過該積層體的熱塑性樹脂層進行熔接而與其它構件接合，藉此得到優異的接合強度之接合體。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0006】

專利文獻 1：國際公開第 2004/060658 號

【發明內容】

[發明欲解決之課題]

【0007】 於專利文獻 1 記載之使用熱塑性樹脂的積層體中，熱硬化性樹脂與熱塑性樹脂之界面位於強化纖維束之內部。因此，強化纖維負擔荷重而抑制熱硬化性樹脂與熱塑性樹脂之界面剝離，同時於與別的構件熔接時得到優異的接合強度。然而，該積層體未必適合於形狀追隨性比強度更應該優先的用途。

【0008】 本發明之目的在於提供一種纖維強化塑膠，其可透過熱塑性樹脂與別的構件熔接而接合，在與別的構件之接合強度優異之同時，形狀追隨性亦優異。

[用以解決課題之手段]

【0009】為了解決如此的課題，本發明具有以下之構成。

< 1 > 一種纖維強化塑膠，其係具有包含強化纖維與將熱硬化性樹脂及熱塑性樹脂一體化而成的基質之層，作為厚度方向的至少一表層，

前述強化纖維係形成經隨機堆疊的不連續強化纖維束，或形成經單向排列的不連續強化纖維束，

前述不連續強化纖維束的一部分係與前述熱硬化性樹脂及前述熱塑性樹脂之雙方相接，

前述熱塑性樹脂露出於前述表層之表面的至少一部分。

< 2 > 如 < 1 > 記載之纖維強化塑膠，其中於前述表層中，以前述熱硬化性樹脂為主成分的区域與以前述熱塑性樹脂為主成分的区域係形成界面。

< 3 > 如 < 1 > 或 < 2 > 記載之纖維強化塑膠，其中於前述表層中，前述熱塑性樹脂具有從表面起在厚度方向中連續的区域，

前述區域內前述熱塑性樹脂與前述不連續強化纖維束相接的部分之厚度的最大值為 $10\mu\text{m}$ 以上。

< 4 > 如 < 1 > ~ < 3 > 中任一項記載之纖維強化塑膠，其中於前述表層中，前述強化纖維的含有率為 15 體積%以上 70 體積%以下。

< 5 > 如 < 1 > ~ < 4 > 中任一項記載之纖維強化塑膠，其中於前述表層中，前述強化纖維的平均纖維長度為 $5\text{mm} \sim 100\text{mm}$ 之範圍。

< 6 > 如 < 1 > ~ < 5 > 中任一項記載之纖維強化塑膠，其中於前述表層中，前述強化纖維為選自包含碳纖維及玻璃纖維之群組的至少 1 種。

< 7 > 如 < 1 > ~ < 6 > 中任一項記載之纖維強化塑膠，其中於前述表層中，與前述不連續強化纖維束的長度方向之端部相接的空隙之存在比率為 5 面積 % 以下。

< 8 > 如 < 1 > ~ < 7 > 中任一項記載之纖維強化塑膠，其中於前述表層中，長邊含浸距離為 20 μm 以上。

< 9 > 如 < 1 > ~ < 8 > 中任一項記載之纖維強化塑膠，其中於前述表層中，在前述不連續強化纖維束彼此之間，存在前述熱塑性樹脂。

< 10 > 如 < 9 > 記載之纖維強化塑膠，其中前述熱塑性樹脂佔據相鄰的任意不連續纖維強化束之間。

< 11 > 如 < 1 > ~ < 10 > 中任一項記載之纖維強化塑膠，其中於厚度方向的兩表層中，具有前述不連續強化纖維束、前述熱塑性樹脂及前述熱硬化性樹脂，
前述熱塑性樹脂露出於前述兩表層之表面。

< 12 > 如 < 1 > ~ < 11 > 中任一項記載之纖維強化塑膠，其中構成纖維強化塑膠的不連續強化纖維束之至少一部分係配向於面外方向。

< 13 > 一種纖維強化塑膠之製造方法，其係如 < 1 > ~ < 12 > 中任一項記載之纖維強化塑膠之製造方法，包含：

使熱硬化性樹脂含浸至強化纖維束之步驟 1；

使熱塑性樹脂含浸至強化纖維束之步驟 2；

切斷強化纖維束而成為不連續強化纖維束之步驟 3；

以熱塑性樹脂露出於厚度方向的至少一表面之方式，積層所需片數的構成纖維強化塑膠的基材之步驟 4；及

藉由加熱及加壓而將纖維強化塑膠成形之步驟 5；

前述步驟 5 係在實施前述步驟 1~4 之後實施，或在實施前述步驟 1、3 及 4 之後與前述步驟 2 同時地實施，或在實施前述步驟 2、3 及 4 之後與前述步驟 1 同時地實施。

< 14 > 如 < 13 > 記載之纖維強化塑膠之製造方法，其包含：於前述熱塑性樹脂露出的表層中，以前述不連續強化纖維束的長度方向之端部與前述熱硬化性樹脂或前述熱塑性樹脂相接之方式使其流動之步驟 6。

< 15 > 如 < 13 > 或 < 14 > 記載之纖維強化塑膠之製造方法，其中於前述步驟 6 中，在前述熱塑性樹脂露出的表層中，前述不連續強化纖維束之至少一部分係與前述熱硬化性樹脂及前述熱塑性樹脂之雙方相接，

而且，以構成前述強化纖維束的至少 1 條前述強化纖維與前述熱塑性樹脂係從前述強化纖維的長度方向之端部起在長度方向中連續相接之方式使其流動。

[發明之效果]

【0010】 本發明之纖維強化塑膠係藉由熱塑性樹脂露出於表層之表面的至少一部分，而可透過熱塑性樹脂與別的構件熔接而接合。又，由於不連續強化纖維束的

一部分相接於熱硬化性樹脂及熱塑性樹脂之雙方，故不易發生熱硬化性樹脂與熱塑性樹脂之界面的剝離。再者，由於強化纖維為不連續強化纖維束而形狀追隨性優異，故於應兼顧強度與形狀追隨性的用途中特別有用。

【圖式簡單說明】

【0011】

圖 1 係俯視本發明之纖維強化塑膠的一實施形態時之示意圖。

圖 2 係本發明之纖維強化塑膠的一實施形態之剖面示意圖。

圖 3 係在製造本發明之纖維強化塑膠時可用的切口預浸漬物的一實施形態之示意圖。

圖 4 係本發明之纖維強化塑膠的一實施形態之剖面示意圖，為幫助最大含浸距離之測定方法的說明者。

圖 5 係本發明之纖維強化塑膠的一實施形態之剖面示意圖。

圖 6 係本發明之纖維強化塑膠的一實施形態之剖面示意圖。

圖 7 係本發明之纖維強化塑膠的一實施形態之剖面示意圖，為幫助粗糙度平均高度 R_c 之測定方法的說明者。

圖 8 係本發明之纖維強化塑膠的一實施形態之剖面示意圖，為幫助長邊含浸距離之測定方法的說明者。

圖 9 係本發明之纖維強化塑膠之一例，為顯示本發明之纖維強化塑膠的形狀之例者。

【實施方式】

[用以實施發明的形態]

【0012】

[纖維強化塑膠]

以下，一邊適宜地參照圖式，一邊說明本發明之纖維強化塑膠，惟圖式係為了容易理解本發明而方便上使用，完全不限定本發明。再者，本說明書中稱為纖維強化塑膠之剖面時，除非特別預先指明，指平行於厚度方向切斷而成的剖面。

【0013】 本發明之纖維強化塑膠係具有包含強化纖維與將熱硬化性樹脂及熱塑性樹脂一體化而成的基質之層，作為厚度方向的至少一表層，

前述強化纖維係形成經隨機堆疊的不連續強化纖維束，或形成經單向排列的不連續強化纖維束，

前述不連續強化纖維束的一部分係與前述熱硬化性樹脂及前述熱塑性樹脂之雙方相接，

前述熱塑性樹脂露出於前述表層之表面的至少一部分。

【0014】 於本發明之纖維強化塑膠中，包含複數條的不連續強化纖維束作為強化纖維。不連續強化纖維束係由複數條的不連續強化纖維所構成。由於不連續強化纖維係成束，可成為剛性優異的纖維強化塑膠。

【0015】 作為強化纖維，例如可舉出碳纖維、玻璃纖維、金屬纖維、芳香族聚醯胺纖維、聚芳醯胺纖維、氧化鋁纖維、碳化矽纖維、硼纖維、玄武岩纖維等。於

此等之中，從彈性模數及強度及實用上之觀點來看，較佳為碳纖維、玻璃纖維等之強化纖維。此等強化纖維可單獨使用，也可適宜併用 2 種以上。

【0016】作為強化纖維，從比重小、高強度、高彈性模數來看，特佳為使用碳纖維。作為碳纖維的市售品，例如可舉出「Torayca(註冊商標)」T800G-24K、「Torayca(註冊商標)」T800S-24K、「Torayca(註冊商標)」T700G-24K、「Torayca(註冊商標)」T700S-24K、「Torayca(註冊商標)」T300-3K、及「Torayca(註冊商標)」T1100G-24K(以上，東麗(股)製)等。

【0017】此等強化纖維亦可被施予表面處理。作為表面處理，有金屬的被黏處理、利用偶合劑之處理、利用上漿劑之處理、添加劑之附著處理等。

【0018】於本發明中，如圖 1 所示，不連續強化纖維束 2 可以經隨機堆疊的狀態存在於纖維強化塑膠之表層中。作為得到本發明之纖維強化塑膠之表層的方法之一例，可舉出：使經預先切斷強化纖維束而得的不連續強化纖維束堆積於載體上而成為互相堆疊的狀態，然後將含浸有熱硬化性樹脂及熱塑性樹脂的基材成形之方法。作為本發明中之經隨機堆疊的不連續強化纖維束之一例，可舉出片狀模塑複合材料(SMC)。由於不連續強化纖維束成為隨機堆疊，可形成形狀追隨性優異者，於形狀追隨性相對地更應該優先於強度的用途中變有利。

【0019】於本發明中，不連續強化纖維束 2 可隨機堆疊。此處，所謂不連續強化纖維束隨機堆疊，就是指

當俯視本發明之纖維強化塑膠的表層時，從不連續強化纖維束彼此具有重疊的部分者之中，以隨意取出的 1 個不連續強化纖維束之投影於平面的配向方向作為基準，在與其以外之隨意取出的 20 個不連續強化纖維束之配向方向在面內交叉的角度(不連續強化纖維束不交叉時，為不連續強化纖維束之配向方向的延長線在面內交叉的角度)之中，測定較小的角度(以下亦將此稱為「二次元配向角」)而得之平均值為 10 度以上 80 度以下。

【0020】尚且，不連續強化纖維束之投影於平面的配向方向，係設為：選出 1 條以俯視所視覺辨認的不連續強化纖維束中含有的強化纖維，連接所選出的強化纖維之能視覺辨認的長度方向之端部而成的直線之方向。選出的強化纖維為任意，但存在於不連續強化纖維束的纖維正交方向之中央附近，相同的不連續強化纖維束所含有的周圍之強化纖維，較佳為與所選出的強化纖維大致平行。不連續強化纖維束的配向方向之延長線不交叉時，二次元配向角成為 0 度。

【0021】於本發明中，二次元配向角之平均值較佳為 30 度以上 60 度以下，尤佳為 40 度以上 50 度以下，愈接近理想的 45 度愈佳。

【0022】又，於本發明中，表層中的不連續強化纖維束可單向排列。若不連續強化纖維束單向排列，則可成為纖維強化塑膠的強度優異者，於形狀追隨性相對地更應該優先於強度的用途中變有利。此處，所謂不連續強化纖維束單向排列，就是指前述二次元配向角之平均

值為 0 度以上且小於 10 度。

【0023】作為得到本發明之纖維強化塑膠的表層之方法的一例，可舉出：將強化纖維單向排列的預浸漬物中含有的該強化纖維束之至少一部分切斷而成為不連續強化纖維束之基材予以成形之方法。作為如此的預浸漬物之例，可舉出如圖 3 所示之切口預浸漬物 7。

【0024】尚且，使用切口預浸漬物 7 時，插入於預浸漬物的切口可為對於強化纖維束的長度方向 9 呈正交的切口，也可為斜向的切口，又如圖 3，亦可為與強化纖維束的長度方向 9 所成的角度 $\theta = \pm\alpha$ 之斜向成對之切口 8。切口的形狀、不連續強化纖維束的形狀係沒有特別的限制。又，切口預浸漬物係除了圖 3 所示之在長度方向中分割強化纖維的切口之外，還可具有在寬度方向中分割纖維束之與強化纖維平行的切口。

【0025】本發明之纖維強化塑膠係具有：包含形成以如上述的狀態存在的不連續強化纖維束之強化纖維、與將熱硬化性樹脂及熱塑性樹脂一體化而成的基質之表層。再者，前述不連續強化纖維束的一部分係與熱硬化性樹脂及熱塑性樹脂之雙方相接，熱塑性樹脂存在於表層之表面(以下亦稱為「熱塑性樹脂露出」)。

【0026】藉此，由於可透過熱塑性樹脂而與同種或異種的構件良好地熔接，故與僅由熱硬化性樹脂與強化纖維所成的纖維強化塑膠相比，可縮短接合步驟所需要的時間，可高速化構造構件之成形。

【0027】作為本發明之纖維強化塑膠的形狀之例，

可舉出在側面具有凹凸的平板形狀、如 L 字構件之具有平面部與曲面部的形狀、如凸條(rib)形狀或凹凸形狀的不連續強化纖維束之至少一部分配向於面外方向的形狀，但不受此限定。

【0028】尚且，所謂不連續強化纖維束配向於面外方向，就是指表層的某不連續強化纖維束成水平配置時，相同表層之其它不連續強化纖維束的一部分相對於水平所成的角度為 5 度以上之組合存在者。

【0029】本發明之纖維強化塑膠係於表層中，構成不連續強化纖維束的強化纖維的平均纖維長度較佳為 5mm 以上 100mm 以下。由於該平均纖維長度為 5mm 以上，存在於熱硬化性樹脂與熱塑性樹脂之界面的強化纖維可充分地負擔荷重。因此，可減低在熱硬化性樹脂與熱塑性樹脂之界面所負載的應力，結果抑制界面剝離，故容易展現接合強度提升的效果。又，由於該平均纖維長度為 100mm 以下，將纖維強化塑膠成形時的形狀追隨性優異。

【0030】又，構成表層中含有的不連續強化纖維束各自之強化纖維的纖維長度較佳為實質上相同。由於該纖維長度實質上相同，可抑制本發明之纖維強化塑膠的力學特性之偏差。

【0031】此處，所謂該纖維長度實質上相同，就是指：比構成該表層中含有的 1 個不連續強化纖維束之強化纖維的平均纖維長度(以下亦稱為「纖維束長」)更長或更短 10mm 以上的強化纖維之條數的比例，相對於該

不連續強化纖維束中所含有的全部的強化纖維，為 10% 以下者。該強化纖維之條數的比例愈接近 0% 愈佳，但於製程中，會有發生基材的偏移、刀刃的缺損等而無法符合設計地切斷，使得該強化纖維之條數的比例大於 0% 之情形。

【0032】再者，更佳為於表層中含有的不連續強化纖維束之中，除了鄰接於側面者以外的全部的不連續強化纖維束之平均纖維長度實質上相同。所謂不連續強化纖維束的平均纖維長度實質上相同，係意指於表層中含有的不連續強化纖維束之中，相對於纖維束長的平均值，纖維束長較長或短 10mm 以上的不連續纖維強化束之束數的比例為 10% 以下。該不連續強化纖維束之比例愈接近 0% 愈佳，但於製程中，會有發生基材的偏移、刀刃的缺損等而無法符合設計地切斷，使得該不連續強化纖維束之束數的比例大於 0% 之情形。

【0033】尚且，於本發明之纖維強化塑膠中，熱塑性樹脂之露出面可為單面，也可為兩面。亦即，於本發明之纖維強化塑膠中，在厚度方向的兩表層上，具有包含不連續強化纖維束、熱塑性樹脂及熱硬化性樹脂之層，熱塑性樹脂可露出於兩表層。

【0034】以後，於本發明之纖維強化塑膠中，將包含表層中含有的熱塑性樹脂露出之部分的面稱為「接合面」。尚且，熱塑性樹脂露出於纖維強化塑膠之兩面時，兩面成為「接合面」。

【0035】接合面之表面中的熱塑性樹脂之佔有比例

係沒有特別的限制，熱塑性樹脂可露出於接合面之全面，也可露出於接合面之僅一部分。露出於接合面的熱塑性樹脂之佔有比例愈大，可使用於接合的區域愈大，因此可期待接合力之上升。接合面之表面中的熱塑性樹脂之佔有比例較佳為 5 面積%以上，更佳為 10 面積%以上，尤佳為 20 面積%以上。

【0036】再者，於本發明之纖維強化塑膠中，不連續強化纖維束的一部分係與熱硬化性樹脂及熱塑性樹脂之雙方相接。由於形成如此的構造，使用本發明之纖維強化塑膠之接合面來與同種材料或異種材料接合，而負載荷重時，跨過熱硬化性樹脂與熱塑性樹脂之界面而存在的不連續強化纖維束中之穩固的強化纖維會負擔荷重。因此，施加於熱硬化性樹脂與熱塑性樹脂之界面的荷重變小，抑制其剝離，因此，熱硬化性樹脂與熱塑性樹脂之表觀上的界面強度提升。

【0037】又，由於強化纖維係相接於熱硬化性樹脂及熱塑性樹脂之雙方，熱硬化性樹脂與熱塑性樹脂之界面形狀變複雜，因此熱硬化性樹脂與熱塑性樹脂之接觸面積增加，同時發生凹凸所致的抓持，而進一步期待表觀上的界面強度之提升。

【0038】本發明之纖維強化塑膠，亦可採取熱硬化性樹脂與熱塑性樹脂之接觸面例如形成混合層等之任何形態而無妨，但作為更佳形態，如圖 2 所示，較佳為於表層中，由以熱硬化性樹脂 5 為主成分的区域與以熱塑性樹脂 4 為主成分的区域形成界面 6。由於採取如此的

界面構造，於本發明之纖維強化塑膠中，可輕易確認後述熱塑性樹脂從表面起在厚度方向中連續的區域之形成等。

【0039】於本發明之纖維強化塑膠的表層中，較佳為在不連續強化纖維束彼此之間，存在熱塑性樹脂。由於成為如此的構成，可採取熱硬化性樹脂與熱塑性樹脂之界面形狀複雜化的構造，期待接合強度之提升。如此的構造，例如可以表層的某不連續強化纖維束之長度方向作為基準，切出平行於厚度方向的剖面，進行觀察而確認。

【0040】此處，針對在不連續強化纖維束彼此之間存在熱塑性樹脂一事，以圖 2 之剖面為例進行說明。於纖維強化塑膠 1 之厚度方向中切斷而成的剖面中，從某不連續強化纖維束 2 的長度方向之端部起，將其它不連續強化纖維束 2 的長度方向之端部或側面，不通過強化纖維，以該纖維束間成為最短距離之方式用直線連接。此時，該直線雖然通過纖維束間存在的熱塑性樹脂 4、熱硬化性樹脂 5、空隙，但相對於該直線之全長，能夠畫出通過熱塑性樹脂 4 的長度之合計為 30% 以上的直線者，係意指在不連續強化纖維束 2 彼此之間存在熱塑性樹脂 4。

【0041】於不連續強化纖維束彼此之間所畫出的直線之中，在通過熱塑性樹脂的長度之合計為 30% 以上的直線之中，通過熱塑性樹脂的長度之合計為 50% 以上之直線的條數之比例較佳為 30% 以上，更佳為 50% 以上，

尤佳為 80% 以上。

【0042】又，於本發明之纖維強化塑膠中，熱塑性樹脂較佳為佔據相鄰的任意不連續強化纖維束之間。由於成為如此的構成，熱塑性樹脂係充分含浸至該不連續強化纖維束彼此之間，結果可採取熱硬化性樹脂與熱塑性樹脂之界面更複雜化的構造，期待接合強度之提升。

【0043】此處，所謂「熱塑性樹脂佔據相鄰的任意不連續強化纖維束之間」，就是意指於前述不連續強化纖維束間之直線中，能夠畫出通過熱塑性樹脂 4 的長度之合計為 100% 的直線。更佳為於複數條的不連續強化纖維束之間，能夠畫出通過熱塑性樹脂的長度之合計為 100% 的直線。

【0044】於本發明之纖維強化塑膠中，表層中的強化纖維之體積含有率較佳為 15 體積% 以上 70 體積% 以下。若該體積含有率為 15 體積% 以上，則熱硬化性樹脂及熱塑性樹脂之量係與不連續強化纖維束相比不會過多，有比強度與比彈性模數優異之傾向。又，若該體積含有率為 70 體積% 以下，則不易發生熱硬化性樹脂及熱塑性樹脂的含浸不良，所得之纖維強化塑膠的空隙容易變少。該體積含有率更佳為 20 體積% 以上 70 體積% 以下，尤佳為 25 體積% 以上 70 體積% 以下。

【0045】此處，所謂表層中的強化纖維之體積含有率，就是意指強化纖維存在的區域之體積含有率，不包括纖維強化塑膠之表面、層間的強化纖維，或將強化纖維之數量少且樹脂佔大部分的區域除外而進行測定、計

算。測定係在複數處、較佳為在 5 處以上實施，在各處計算強化纖維的體積含有率，將其平均值當作表層中的強化纖維之體積含有率。

【0046】於本發明之纖維強化塑膠中，在表層中，具有熱塑性樹脂從表面起在厚度方向中連續的區域，該區域內熱塑性樹脂與不連續強化纖維束相接的部分之厚度，從不連續強化纖維束與熱塑性樹脂容易相接，強化纖維容易負擔接合時作用於接合面的荷重，且接合強度更提升之觀點來看，最大值較佳為 $10\mu\text{m}$ 以上，更佳為 $20\mu\text{m}$ 以上，尤佳為 $50\mu\text{m}$ 以上(以下，亦將該厚度稱為「最大含浸距離」)。

【0047】此處，所謂熱塑性樹脂從表面起在厚度方向中連續的區域，就是指如圖 4 所示，觀察厚度方向之剖面時，具有熱塑性樹脂之邊界在纖維強化塑膠內連續的區域，例如於觀察圖 5 所示的厚度方向之剖面時，如熱塑性樹脂 4' 般露出邊界的未從熱塑性樹脂 4 連續的區域係除外。

【0048】又，所謂最大含浸距離，就是指如圖 4 所示，將在厚度方向中連續的熱塑性樹脂與強化纖維束在厚度方向中初次相接之處當作起點，將平行於接合面所畫出的線當作基準線 11，於從基準線 11 所描繪的垂基線 12、與熱塑性樹脂從表面起在厚度方向中連續的區域與其它構成要素(熱硬化性樹脂、強化纖維或空隙)相接的邊界線之交點(圖 4 中在垂基線 12 上以黑點表示的測定點 13)中，從基準線 11 起到最遠的交點為止之距離。

【0049】於本發明中，不連續強化纖維束為經隨機堆疊時，在任意的方向之剖面中，不連續強化纖維束為經單向排列時，則在相對於不連續強化纖維束之排列方向形成 45 度的角度之剖面中，後述剖面曲線之以 JIS B0601(2001)定義的粗糙度平均高度 R_c 較佳為 $3.5\mu\text{m}$ 以上，更佳為 $10\mu\text{m}$ 以上。茲認為如此的構造係藉由不連續強化纖維束及熱硬化性樹脂、熱塑性樹脂之流動而形成。

【0050】由於粗糙度平均高度 R_c 為 $3.5\mu\text{m}$ 以上，熱塑性樹脂與熱硬化性樹脂之接觸面積更增加，同時凹凸所造成的抓持變複雜，可期待表觀上的界面強度之進一步提升。又，存在於界面上的不連續強化纖維係與熱硬化性樹脂及熱塑性樹脂化學性及/或物理性地結合，而與熱硬化性樹脂及熱塑性樹脂的界面強度提升。

【0051】作為粗糙度平均高度 R_c 之測定方法，可使用眾所周知之手法。例如，可舉出：從使用 X 射線 CT 而取得的纖維強化塑膠之剖面影像來測定之方法；從能量色散型 X 射線光譜儀(EDS)的元素分析映射影像來測定之方法；從光學顯微鏡、掃描電子顯微鏡(SEM)或透射型電子顯微鏡(TEM)的剖面影像來測定之方法等。

【0052】於影像觀察中，熱硬化性樹脂及/或熱塑性樹脂係為了調整對比而可被染色。於藉由上述任一手法所得之影像中，對於 $500\mu\text{m}$ 見方之範圍，測定剖面曲線的粗糙度平均高度 R_c 。

【0053】使用圖 6 及圖 7，顯示粗糙度平均高度 R_c

之測定方法的一例。圖 6 係本發明之纖維強化塑膠之剖面示意圖。於圖 6 中所示的熱硬化性樹脂 5 與熱塑性樹脂 4 相接之界面 6 中，在具有包含相接於熱硬化性樹脂 5 與熱塑性樹脂 4 之雙方的不連續強化纖維 3 之不連續強化纖維束 2 的區域中，測定粗糙度平均高度 R_c 。

【0054】圖 7 係放大圖 6 中用於粗糙度平均高度 R_c 之測定的區域者。圖 7 中，熱硬化性樹脂 5 係與熱塑性樹脂 4 在界面 6 相接。又，在界面 6 上，存在某不連續強化纖維束中含有之複數條的不連續強化纖維 3。從基準線 11 起，通過熱塑性樹脂 4 朝向熱硬化性樹脂 5，以 $5\mu\text{m}$ 間隔描繪垂基線 12。繪製從基準線 11 起所描繪的垂基線 12 初次與熱硬化性樹脂 5 相交之測定點 14，將連接所繪製的點而成之線當作剖面曲線。對於所得之剖面曲線，進行根據 JIS B0601(2001)的濾波處理，算出剖面曲線的粗糙度平均高度 R_c 。

【0055】本發明之纖維強化塑膠的表層所用的熱塑性樹脂之單位面積重量較佳為 $10\text{g}/\text{m}^2$ 以上，更佳為 $20\text{g}/\text{m}^2$ 以上。若熱塑性樹脂的單位面積重量為 $10\text{g}/\text{m}^2$ 以上，則能夠得到用於展現優異的接合強度之充分的厚度。

【0056】表層中的熱塑性樹脂之單位面積重量的上限值係沒有特別的限定，但因為熱塑性樹脂之含量係與強化纖維之含量相比不會過多，能夠得到比強度與比彈性模數優異的纖維強化塑膠，而較佳為 $500\text{g}/\text{m}^2$ 以下。此處，所謂熱塑性樹脂的單位面積重量，就是指纖維強

化塑膠的表層每 1m^2 中含有的熱塑性樹脂之質量(g)。

【0057】本發明之纖維強化塑膠的表層中之每單位面積的強化纖維量較佳為 $30\text{g}/\text{m}^2$ 以上 $2,000\text{g}/\text{m}^2$ 以下。若強化纖維量為 $30\text{g}/\text{m}^2$ 以上，則可減少在纖維強化塑膠成形時為了得到指定的厚度而需要的基材之片數，作業容易變簡便。另一方面，若強化纖維量為 $2,000\text{g}/\text{m}^2$ 以下，則作為纖維強化塑膠的前驅物之懸垂性(drape property)容易提升。

【0058】又，於本發明之纖維強化塑膠的表層中，與不連續強化纖維束的長度方向之端部相接的空隙之存在比率較佳為 5 面積%以下。藉由成為如此的構成，可防止不連續強化纖維束的長度方向之端部的應力集中，而且可得到成形品質及強度優異的纖維強化塑膠。

【0059】與不連續強化纖維束的長度方向之端部相接的空隙之存在比率之測定係如以下地進行。首先，不連續強化纖維束為經隨機堆疊時，取得複數片的任意的方向之剖面影像，不連續強化纖維束為經單向排列時，則取得複數片的平行於排列方向的方向之厚度方向之剖面影像。接著，於所取得的各影像中，分別測定不連續強化纖維束的長度方向之端部所接觸的空隙之面積與相當於表層的部分之面積。最後，於全部的影像中，將所測定的空隙之面積的合計除以相當於表層的部分之面積的合計，將乘以 100 而得之值當作與不連續強化纖維束的長度方向之端部相接的空隙之存在比率(%)。與不連續強化纖維束的長度方向之端部相接的空隙之存在比率

更佳為 3 面積 % 以下，尤佳為 1 面積 % 以下。

【0060】尚且，纖維強化塑膠之剖面影像係可藉由在任意處於厚度方向中切斷，進行包埋及研磨後，使用光學顯微鏡進行觀察等之方法而取得。

【0061】又，於本發明之纖維強化塑膠的表層中，強化纖維與熱塑性樹脂較佳為從強化纖維的長度方向之端部起在纖維的長度方向中連續相接(以下，亦將此相接的部分之長度稱為「長邊含浸距離」)。由於成為如此的構成，可取得到通過強化纖維的熱硬化性樹脂與熱塑性樹脂之界面形狀更複雜化的構造，期待接合強度之提升。茲認為如此的構造係藉由不連續強化纖維束以及熱硬化性樹脂及熱塑性樹脂之流動而形成者。

【0062】所謂強化纖維與熱塑性樹脂從強化纖維的長度方向之端部起在纖維的長度方向中連續相接的長度，係如圖 8 所示，以與熱塑性樹脂在長度方向的端部相接的任意之不連續強化纖維 3 的該端部作為起點，將沿著該強化纖維的側面所畫出的線當作基準線 15，意指到該基準線 15 與熱塑性樹脂 4 和熱硬化性樹脂 5 或空隙初次相接的邊界線之交點(圖 8 中基準線 15 上以黑點表示的測定點 16)為止的距離。

【0063】更具體而言，長邊含浸距離之測定係如以下地進行。首先，隨機地選擇 5 個以上的位於表層附近的不連續強化纖維束，以與構成該不連續強化纖維束的強化纖維之配向方向呈平行的方式，分別取得厚度方向之剖面影像。接著，在所取得的各影像中，以與熱硬化

性樹脂和熱塑性樹脂之雙方相接的強化纖維作為對象，從該強化纖維與熱塑性樹脂相接的長度方向之端部起，沿著強化纖維的長度方向畫出基準線。取出此與熱硬化性樹脂或空隙初次相交之點，測定從端部起之距離，將全部的測定值之平均當作長邊含浸距離。尚且，於測定長邊含浸距離時，平行於纖維強化塑膠之厚度方向而切斷時，從表層的熱塑性樹脂露出的面起，最接近厚度方向的強化纖維之靠近表層之側的側面係從測定對象中排除。

【0064】於本發明之纖維強化塑膠中，從強化纖維容易負擔作用於接合面的荷重，且接合強度更提升之觀點來看，長邊含浸距離較佳為 $20\mu\text{m}$ 以上，更佳為 $50\mu\text{m}$ 以上，尤佳為 $100\mu\text{m}$ 以上。

【0065】本發明之纖維強化塑膠可僅由上述表層所構成，也可具有含有表層以外的層之層構造。由於具有如此的層構造，可增厚本發明之纖維強化塑膠的厚度，可將本發明之纖維強化塑膠活用於構造構件。作為表層以外的層，可為包含連續或不連續的強化纖維與由熱硬化性樹脂及/或熱塑性樹脂所構成的基質之層。構成如此的層構造之層的種類係沒有特別的限制。

【0066】又，於本發明之纖維強化塑膠中，可不含強化纖維，而存在有由熱硬化性樹脂及/或熱塑性樹脂所成的樹脂層。

【0067】於本發明之纖維強化塑膠中，可藉由某種加熱手段，使別的構件(以下亦稱為「被黏材」)接合至

在纖維強化塑膠之接合面上存在的熱塑性樹脂，通過熱塑性樹脂而與纖維強化塑膠一體化(熔接)。

【0068】作為被黏材，可舉出包含熱硬化性樹脂及/或熱塑性樹脂之構件、包含金屬之構件。又，作為被黏材，亦可使用由本發明之纖維強化塑膠所構成的構件。使本發明之纖維強化塑膠與被黏材一體化之手法係沒有特別的限制，例如可舉出熱熔接、振動熔接、超音波熔接、雷射熔接、電阻熔接、感應熔接、插入射出成形、外插射出成形等。

【0069】於本發明之纖維強化塑膠中，作為基質所含有的熱硬化性樹脂，例如可舉出：不飽和聚酯樹脂、乙烯酯樹脂、環氧樹脂、酚樹脂、尿素樹脂、三聚氰胺樹脂、熱硬化聚醯亞胺樹脂、氰酸酯樹脂、雙馬來醯亞胺樹脂、苯并呋喃樹脂、此等之共聚物、此等之改質體及將此等之至少 2 種摻合而成的樹脂。為了提高耐衝擊性，於熱硬化性樹脂中，亦可添加彈性體或橡膠成分。又，本發明之纖維強化塑膠係為了控制硬化，可包含硬化劑、硬化促進劑。

【0070】於此等之中，從實用性及通用性之觀點來看，較佳為環氧樹脂、酚樹脂、不飽和聚酯樹脂、乙烯酯樹脂、熱硬化聚醯亞胺樹脂、氰酸酯樹脂、雙馬來醯亞胺樹脂、苯并呋喃樹脂，更佳為環氧樹脂。

【0071】環氧樹脂係力學特性、耐熱性及與強化纖維的接著性優異而較宜。作為環氧樹脂之主劑，例如可舉出：雙酚 A 型環氧樹脂、雙酚 F 型環氧樹脂、雙酚

AD 型環氧樹脂、雙酚 S 型環氧樹脂等之雙酚型環氧樹脂、四溴雙酚 A 二環氧丙基醚等之溴化環氧樹脂、具有聯苯骨架的環氧樹脂、具有萘骨架的環氧樹脂、具有二環戊二烯骨架的環氧樹脂、苯酚酚醛清漆型環氧樹脂、甲酚酚醛清漆型環氧樹脂等之酚醛清漆型環氧樹脂、N,N,O-三環氧丙基間胺基苯酚、N,N,O-三環氧丙基對胺基苯酚、N,N,O-三環氧丙基-4-胺基-3-甲基苯酚、N,N,N',N'-四環氧丙基-4,4'-亞甲基二苯胺、N,N,N',N'-四環氧丙基-2,2'-二乙基-4,4'-亞甲基二苯胺、N,N,N',N'-四環氧丙基間苯二甲基二胺、N,N-二環氧丙基苯胺、N,N-二環氧丙基鄰甲苯胺等之環氧丙基胺型環氧樹脂、間苯二酚二環氧丙基醚、三環氧丙基異三聚氰酸酯等。

【0072】又，於本發明之纖維強化塑膠中，作為基質所含有的熱塑性樹脂，例如可舉出：聚對苯二甲酸乙二酯、聚對苯二甲酸乙二酯、聚對苯二甲酸丁二酯、聚對苯二甲酸丙二酯、聚萘二甲酸乙二酯、液晶聚酯等之聚酯系樹脂、聚乙烯、聚丙烯、聚丁烯等之聚烯烴、聚醯胺 6、聚醯胺 66 等之聚醯胺、聚酮、聚醚酮、聚醚醯酮、聚醚醯酮等之聚芳醚酮、苯乙烯系樹脂、胺基甲酸酯樹脂、聚甲醛、聚碳酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚氯乙烯、聚苯硫醚、聚伸苯基醚、改質聚伸苯基醚、聚醯亞胺、聚醯胺醯亞胺、聚醚醯亞胺、聚砜、改質聚砜、聚醚砜、聚芳酯、聚醚腈、酚樹脂、苯氧基樹脂等。又，此等熱塑性樹脂亦可為上述樹脂的共聚物、改質

體，及/或將 2 種以上摻合而成的樹脂等。

【0073】於此等之中，從耐熱性之觀點來看，較佳為在熱塑性樹脂中以 60 質量%以上含有由聚芳醚酮、聚苯硫醚及聚醚醯亞胺所選出的 1 種或 2 種以上。為了提高耐衝擊性，於熱塑性樹脂中，亦可添加彈性體或橡膠成分。

【0074】再者，按照用途等，在不損害本發明目的之範圍內，熱硬化性樹脂及熱塑性樹脂可適宜含有它的填充材、添加劑。例如，可舉出：無機填充材、阻燃劑、導電性賦予劑、結晶成核劑、紫外線吸收劑、抗氧化劑、減振劑、抗菌劑、防蟲劑、防臭劑、防著色劑、熱安定劑、脫模劑、抗靜電劑、塑化劑、滑劑、著色劑、顏料、染料、發泡劑、抑泡劑、偶合劑等。

【0075】本發明之纖維強化塑膠係其用途沒有特別的限制，但較宜使用於航空機構造構件、風車葉片、汽車外板及 IC 托盤、筆記型個人電腦的殼體等之電腦用途，進而高爾夫球桿、網球拍等運動用途。

【0076】

[纖維強化塑膠之製造方法]

本發明之纖維強化塑膠之製造方法包含：

使熱硬化性樹脂含浸至強化纖維束之步驟 1；

使熱塑性樹脂含浸至強化纖維束之步驟 2；

切斷強化纖維束而成為不連續強化纖維束之步驟 3；

以熱塑性樹脂露出於厚度方向的至少一表面之方

式，積層所需片數的構成纖維強化塑膠的基材之步驟 4；及

藉由加熱及加壓而將纖維強化塑膠成形之步驟 5；

前述步驟 5 係在實施前述步驟 1~4 之後實施，或在實施前述步驟 1、3 及 4 之後與前述步驟 2 同時地實施，或在實施前述步驟 2、3 及 4 之後與前述步驟 1 同時地實施。

【0077】於本發明之纖維強化塑膠之製造方法中，藉由加熱而熱硬化性樹脂與熱塑性樹脂之黏度降低。於此狀態下進行加壓，而不連續強化纖維束連同熱硬化性樹脂與熱塑性樹脂藉由賦形及/或伸展等而流動，可一邊追隨複雜形狀，一邊將熱硬化性樹脂及熱塑性樹脂充分含浸至不連續強化纖維束的纖維強化塑膠予以成形。

【0078】在實施步驟 1~4 之後實施步驟 5 時，步驟 1~4 可以任何順序實施，其實施流程係沒有限制。只要熱塑性樹脂露出於厚度方向的至少一表層，則例如在將構成纖維強化塑膠的基材積層後，實施熱硬化性樹脂或熱塑性樹脂的含浸、強化纖維束的切斷等亦無妨。其後，藉由步驟 5，將本發明之纖維強化塑膠成形。

【0079】又，與步驟 2 同時地實施步驟 5 時，由於能同時地實施 2 個步驟，故可效率良好地製造本發明之纖維強化塑膠。此時，步驟 1、3、4 可以任何順序實施，只要熱塑性樹脂露出於厚度方向的至少一表層，則其實施流程係沒有限制。其後，藉由同時地進行步驟 5 與步驟 2，可一邊使熱塑性樹脂含浸至不連續強化纖維

束，一邊將本發明之纖維強化塑膠成形。

【0080】同樣地，同時地實施步驟 5 與步驟 1 時，由於能同時地實施 2 個步驟，故可效率良好地製造本發明之纖維強化塑膠。此時，步驟 2、3、4 可以任何順序實施，只要熱塑性樹脂露出於厚度方向的至少一表層，則其實施流程係沒有限制。其後，藉由同時地進行步驟 5 與步驟 1，可一邊使熱硬化性樹脂含浸至不連續強化纖維束，一邊將本發明之纖維強化塑膠成形。

【0081】於步驟 1 中，關於使熱硬化性樹脂含浸至強化纖維束之方法，並沒有特別的限制，但例如可舉出：使熱硬化性樹脂含浸至將強化纖維束切割成指定形狀而成的不連續強化纖維束之方法；使熱硬化性樹脂含浸至含有熱塑性樹脂與不連續強化纖維束的中間體之方法；以輥切機等將含浸有熱塑性樹脂的單向預浸漬物切割成一定的寬度及纖維長度後，使其分散成片狀，從其單面或兩面來含浸熱硬化性樹脂之方法；或於前述單向預浸漬物的特定處，插入由旋轉刀、湯姆森刀、自動裁切機、雷射照射等所造成的切口後，從其單面或兩面來含浸熱硬化性樹脂之方法等。

【0082】於步驟 2 中，關於使熱塑性樹脂含浸至強化纖維束之方法，並沒有特別的限制，但例如可舉出：使熱塑性樹脂含浸至將強化纖維束切割成指定形狀而成的不連續強化纖維束之方法；使熱塑性樹脂含浸至含有熱硬化性樹脂與不連續強化纖維束的中間體之方法；以輥切機等將含浸有熱硬化性樹脂的單向預浸漬物切割成

一定的寬度及纖維長度後，使其分散成片狀，從其單面或兩面來含浸熱塑性樹脂之方法；或於前述單向預浸漬物的特定處，插入由旋轉刀、湯姆森刀、自動裁切機、雷射照射等所造成的切口後，從其單面或兩面來含浸熱塑性樹脂之方法等。

【0083】於步驟 3 中，關於切斷強化纖維束而成為不連續強化纖維束之方法，並沒有特別的限制，但例如可舉出：以輥切機等將含浸有熱硬化性樹脂及/或熱塑性樹脂的單向預浸漬物切割成一定的寬度及纖維長度之方法；於前述單向預浸漬物的特定處，插入由旋轉刀、湯姆森刀、自動裁切機、雷射照射等所造成的切口之方法等。

【0084】於步驟 4 中，關於以熱塑性樹脂露出於厚度方向的至少一表面之方式，積層所需片數的構成纖維強化塑膠的基材之方法，並沒有特別的限制，可舉出藉由人手進行積層之方法、使用機械手臂等進行積層之方法等。

【0085】於步驟 5 中，加熱溫度及加壓壓力係隨著本發明之纖維強化塑膠所用的熱硬化性樹脂及熱塑性樹脂之種類而不同。加熱溫度及加壓壓力只要設成熱硬化性樹脂、熱塑性樹脂之雙方會流動的溫度及壓力之範圍即可，又，按照需要，設成不連續強化纖維束會與雙方的樹脂一起流動的溫度及壓力之範圍即可。

【0086】作為加熱及加壓之方法，例如可舉出利用加熱輥的加熱加壓法、沖壓成形法、高壓釜成形法、真

空加壓成形法、內壓成形法等。

【0087】又，本發明之纖維強化塑膠之製造方法係進一步包含：於熱塑性樹脂露出的表層中，以不連續強化纖維束的長度方向之端部與熱硬化性樹脂或熱塑性樹脂相接之方式使基材流動之步驟 6。

【0088】藉由不連續強化纖維束的長度方向之端部與熱硬化性樹脂或熱塑性樹脂相接，可防止不連續強化纖維束的長度方向之端部中的應力集中，進一步展現本發明之纖維強化塑膠所具有的特徵而較宜。

【0089】步驟 6 較佳為在步驟 5 之前或與步驟 5 同時地實施。

【0090】又，於步驟 6 中，較佳為於熱塑性樹脂露出的表層中，不連續強化纖維束之至少一部分係與熱硬化性樹脂及熱塑性樹脂之雙方相接，且以構成強化纖維束的至少 1 條前述強化纖維與熱塑性樹脂係從強化纖維的長度方向之端部起在長度方向中連續相接之方式使基材流動。

【0091】藉由熱塑性樹脂從強化纖維的長度方向之端部起在長度方向中連續相接，通過強化纖維的熱硬化性樹脂與熱塑性樹脂之界面形狀更複雜化，熱硬化性樹脂與熱塑性樹脂之接合變得更穩固，因此可進一步展現本發明之纖維強化塑膠所具有的特徵而較宜。

【0092】再者，於步驟 6 中，較佳為以在連接不連續強化纖維束的長度方向之端部與不同的不連續強化纖維束之直線上，具有僅熱塑性樹脂存在之組合的方式使

基材流動。

【0093】藉由在連接不連續強化纖維束的長度方向之端部與不同的不連續強化纖維束之直線上，具有僅熱塑性樹脂存在之組合，而容易取得熱塑性樹脂深入地含浸至纖維束間之構造。結果可取得熱硬化性樹脂與熱塑性樹脂之界面更複雜化的構造，熱硬化性樹脂與熱塑性樹脂之接合變得更穩固，因此可進一步展現本發明之纖維強化塑膠所具有的特徵而較宜。

【0094】本發明之纖維強化塑膠可藉由將構成纖維強化塑膠的基材以單獨，或與其它預浸漬物、片狀模塑複合物、切口預浸漬物等一起，用眾所周知之方法進行積層，然後加熱及加壓所得之積層體，進行硬化等之方法而製造。

【0095】此時，只要熱塑性樹脂露出於所製造的纖維強化塑膠之厚度方向的至少一表層即可，其它層的積層順序係沒有限制。

【0096】又，本發明之纖維強化塑膠可藉由沖壓成形，將構成纖維強化塑膠的基材進行伸展成形而製造。本發明之纖維強化塑膠含有不連續強化纖維束。因此，若使用沖壓成形，則隨著纖維強化塑膠中含有的熱硬化性樹脂及熱塑性樹脂流動，不連續強化纖維束亦流動，本發明之纖維強化塑膠係形狀追隨性優異。作為形狀追隨性優異的構造之例，可舉出如凸條形狀或凹凸形狀之不連續強化纖維束配向於面外方向的構造，但不受此所限定。

【0097】此時，藉由伸展成形而成形的形狀，只要充分地形狀追隨基材，且能維持充分的表面品質及接合強度，則沒有特別的限制，但藉由相對於構成纖維強化塑膠的基材之表面積 100%。以表層之表面積成為 100% 以上 200% 以下之方式進行成形，可展現本發明之纖維強化塑膠所具有的形狀追隨性優異之特性而較宜。作為成形品的表面積相對於基材的表面積之範圍，較佳為 100% 以上 180% 以下，更佳為 100% 以上 150% 以下。

[實施例]

【0098】以下，藉由實施例更詳細地說明本發明。惟，本發明之範圍不受此等之實施例所限定。尚且，各種特性之測定，只要沒有特別的注解，則在溫度 23℃、相對濕度 50% 之環境下進行。

【0099】

< 材料 >

使用以下所示的材料。

【0100】

・強化纖維[A]

使用碳纖維[「Torayca(註冊商標)」T700S-24K，東麗(股)製，股東拉伸強度：4.9GPa]。

【0101】

・熱硬化性樹脂[B]

將環氧樹脂主劑[「jER」(註冊商標)828(三菱化學(股)製)]、[「jER」(註冊商標)1001(三菱化學(股)製)]、[「jER」(註冊商標)154(三菱化學(股)製)]分別投入 30

質量份、40 質量份、30 質量份，在 150°C 進行加熱混練，混練直到各成分相溶為止。接著，在繼續混練下，直接降溫到 80°C 後，投入 26 質量份的硬化劑 [3,3'DAS(3,3'-二胺基二苯基砜、三菱化學精密(股)製)]，藉由在 80°C 下混練 30 分鐘，而得到熱硬化性樹脂 [B]。

【 0102 】

• 熱塑性樹脂 [C]

使用聚醯胺 6 [「Amilan」(註冊商標)CM4000(東麗(股)製，3 元共聚合聚醯胺樹脂，熔點 155°C)] 之薄片。

【 0103 】

< 評價方法 >

• 最大含浸距離及粗糙度平均高度

將各實施例及比較例所製作的纖維強化塑膠之剖面包埋及研磨後，使用光學顯微鏡，觀察接合面附近的 500 μm 見方之範圍。從所得之影像的對比之差異，辨別碳纖維、熱塑性樹脂及熱硬化性樹脂。

【 0104 】 接著，於熱塑性樹脂在厚度方向中從接合面起連續的區域中，取出初次與強化纖維相接處，以該處為起點，將平行於接合面所畫出的線當作基準線。從該基準線起，通過熱塑性樹脂朝向熱硬化性樹脂，以 5 μm 間隔描繪垂基線，繪製垂基線初次與熱硬化性樹脂、強化纖維或空隙相交的全部點。將從所繪製的點到基準線為止之距離的最大值當作最大含浸距離。

【 0105 】 又，於後述實施例 1-1~1-4 及比較例 1-1、

1-2 中對於任意的方向，於實施例 2-1、2-2 及比較例 2-1 中則對於接合面的強化纖維之配向方向切出形成 45 度的角度之面，包埋及研磨剖面後，使用光學顯微鏡，觀察接合面附近的 500 μm 見方之範圍。然後，以與最大含浸距離之測定同樣的方法，作成基準線及垂基線，繪製該垂基線初次與熱硬化性樹脂相交的測定點，將連接所繪製的點而成之線當作剖面曲線，進行濾波處理，算出粗糙度平均高度。

【 0106 】

• 長邊含浸距離

隨機地選擇位於表層附近的不連續強化纖維束，以與構成該不連續強化纖維束的強化纖維之配向方向呈平行的方式，平行於厚度方向而切出纖維強化塑膠。取出複數個在厚度方向從接合面起連續的熱塑性樹脂與構成該不連續強化纖維束的強化纖維的長度方向之端部相接之處。於該不連續強化纖維束之中，以與熱硬化性樹脂和熱塑性樹脂之雙方相接的強化纖維作為對象，從該強化纖維與熱塑性樹脂相接的長度方向之端部起，沿著強化纖維的長度方向畫出基準線。取出此與熱硬化性樹脂或空隙初次相交之點，將其平均值當作長邊含浸距離。

【 0107 】

• 通過不連續強化纖維束間的熱塑性樹脂之長度的測定

於用於上述長邊含浸距離之測定的影像中，從不連續強化纖維束長度方向之端部起，朝向形成最短距離之不同的不連續強化纖維束之端部或側面，以不通過強化

纖維之方式畫出直線，測量通過熱塑性樹脂的長度之合計。其中，以通過熱塑性樹脂的長度之合計為 30% 以上的直線作為對象，根據下述基準來評價通過熱塑性樹脂的長度之合計為 50% 以上的直線之條數的比例。

【 0108 】

A：80% 以上

B：50% 以上且小於 80%

C：30% 以上且小於 50%

D：小於 30% 或沒有通過熱塑性樹脂的長度之合計為 30% 以上的直線

【 0109 】

· 強化纖維之體積含有率

於實施例 1-1～1-4 及比較例 1-1、1-2 中，將纖維強化塑膠在任意的方向中切斷，進行包埋及研磨後，使用光學顯微鏡取得表層中的不連續強化纖維束之剖面影像。於剖面影像之中，選擇對於觀察面大致垂直配向的不連續強化纖維束，從面積比來計算該不連續強化纖維束之纖維體積含有率。於複數條的不連續強化纖維束中，計算纖維體積含有率，將其平均值當作表層中的強化纖維之體積含有率。

【 0110 】 又，於實施例 2-1、2-2 及比較例 2-1 中，在正交於表層的強化纖維之配向方向的方向中切斷纖維強化塑膠，進行包埋及研磨後，使用光學顯微鏡取得表層中的不連續強化纖維束之剖面影像。接著，從面積比來計算剖面影像中的不連續強化纖維之纖維體積含有

率。於複數處計算纖維體積含有率，將其平均值當作表層中的強化纖維之體積含有率。

【0111】

・拉伸剪切接合強度

將各實施例及比較例所製作的纖維強化塑膠，切割成 2 片寬度 250mm、長度 92.5mm 之形狀，於真空烘箱中使其乾燥 24 小時。然後，使 2 片纖維強化塑膠之具有熱塑性樹脂 [C] 的面彼此疊合。疊合的面積為寬度 250mm×長度 12.5mm。

【0112】然後，於比熱塑性樹脂 [C] 之熔點還高 20°C 的溫度下，施加 3MPa 的壓力，保持 1 分鐘，而將疊合面熔接，得到一體化成形品。於所得之一體化成形品，依據 ISO4587：1995(JIS K6850(1994)) 接著耳片 (tab)，以寬度 25mm 進行切割，藉此得到試驗片。

【0113】使所得之試驗片在真空烘箱中乾燥 24 小時，根據 ISO4587：1995(JIS K6850(1994))，測定拉伸剪切接合強度，根據下述基準來評價測定結果。

【0114】

A：30MPa 以上

B：10MPa 以上且小於 30MPa

C：小於 10MPa(不合格)或未接合者

【0115】

< 實施例 1-1 >

拉出使強化纖維 [A] 單向排列而成的強化纖維薄片 (單位面積重量 120g/m²)，製作連續強化纖維束。於所

得之連續強化纖維束上，薄薄地塗布熱硬化性樹脂[B]後，連續地插入在圓周方向以 25mm 間隔設有刀刃的旋轉切刀，製造短切纖維束(不連續強化纖維束)。

【0116】又，在脫模薄膜上塗布熱硬化性樹脂[B]，製作 2 片熱硬化性樹脂[B]之薄片。

【0117】然後，於該熱硬化性樹脂[B]薄片 1 片之上均勻地散布前述短切纖維束，於其上配置另一片熱硬化性樹脂[B]薄片，以熱硬化性樹脂[B]不硬化之方式，邊以 100°C 加熱邊在 0.07MPa 下使用輥進行壓接，製造 SMC 預浸漬物。以該 SMC 預浸漬物中的強化纖維[A]之體積含有率成為 40% 之方式進行調整。於該 SMC 預浸漬物中，經散布的短切纖維束成為堆疊之狀態。

【0118】積層 8 片經切成 300mm 見方的大小之 SMC 預浸漬物，將熱塑性樹脂[C]薄片貼附於單面的表層，得到纖維強化塑膠未硬化物積層體。

【0119】將上述纖維強化塑膠未硬化物積層體設置於表面積為 300mm×300mm 的模具，為了消除空隙而以沖壓機施加 0.6MPa 的壓力，在 180°C 下加溫 2 小時，藉此得到纖維強化塑膠。

【0120】所得之纖維強化塑膠係厚度不均少。又，以熱硬化性樹脂[B]為主成分的区域與以熱塑性樹脂[C]為主成分的区域以相接之方式流動而形成界面的狀況，及熱塑性樹脂[C]含浸至不連續強化纖維束間的狀況，係可從剖面之觀察來確認。而且，於所觀察的全部区域中，不連續強化纖維束的長度方向之端部係在目視之範

圍內與熱硬化性樹脂或熱塑性樹脂相接。

【0121】而且，位於表層的不連續強化纖維束之一部分係與熱硬化性樹脂及熱塑性樹脂之雙方相接，構成該不連續強化纖維束的強化纖維之至少一部分係與熱硬化性樹脂和熱塑性樹脂之雙方相接，而且強化纖維與熱塑性樹脂從強化纖維的長度方向之端部起在長度方向中連續相接者係存在。又，於複數條的不連續強化纖維束之間，能夠畫出通過熱塑性樹脂的長度之合計為 100% 之直線。於所得之纖維強化塑膠中，展現充分的接合強度。

【0122】

< 實施例 1-2 >

除了將纖維強化塑膠未硬化物積層體設置於表面積為 350mm×350mm 的模具，以沖壓機施加 3MPa 的壓力而使其伸展以外，與實施例 1-1 同樣地，得到纖維強化塑膠。

【0123】所得之纖維強化塑膠雖然厚度比實施例 1-1 薄，但厚度不均少，而且沖壓後的纖維強化塑膠係無間隙地伸展成 350mm 見方，形狀追隨性優異。又，由於不連續強化纖維束間的距離係比實施例 1-1 廣，熱塑性樹脂 [C] 向不連續強化纖維束間的含浸係相較於實施例 1-1，亦可清晰地目視，而且於所觀察的全部區域中，不連續強化纖維束的長度方向之端部係在目視之範圍內與熱硬化性樹脂或熱塑性樹脂相接。

【0124】而且，位於表層的不連續纖維強化纖維束

之一部分係與熱硬化性樹脂及熱塑性樹脂之雙方相接，構成該不連續強化纖維束的強化纖維之至少一部分係與熱硬化性樹脂和熱塑性樹脂之雙方相接，而且強化纖維與熱塑性樹脂從強化纖維的長度方向之端部起在長度方向中連續相接者係存在。又，於複數條的不連續強化纖維束之間，能夠畫出通過熱塑性樹脂的長度之合計為100%之直線。於所得之纖維強化塑膠中，展現充分的接合強度。

【 0125 】

< 實施例 1-3 >

準備經切成 300mm 見方之大小的 SMC 預浸漬物與熱塑性樹脂 [C] 薄片各 8 片。於各 SMC 預浸漬物之下表面配置各 1 片熱塑性樹脂 [C] 薄片，得到 SMC 預浸漬物與熱塑性樹脂 [C] 薄片交替積層而成的纖維強化塑膠未硬化物積層體。以實施例 1-1 記載之方法，將該纖維強化塑膠未硬化物積層體硬化及接合，得到熱塑性樹脂 [C] 露出於單側之表面的纖維強化塑膠。

【 0126 】 所得之纖維強化塑膠係厚度不均少。又，以熱硬化性樹脂 [B] 為主成分的区域與以熱塑性樹脂 [C] 為主成分的区域以相接之方式流動而形成界面的狀況，及熱塑性樹脂 [C] 含浸至不連續強化纖維束間的狀況，係可從剖面之觀察來確認。而且，於所觀察的全部區域中，不連續強化纖維束的長度方向之端部係在目視之範圍內與熱硬化性樹脂或熱塑性樹脂相接。

【 0127 】 而且，位於表層的不連續強化纖維束之一

部分係與熱硬化性樹脂及熱塑性樹脂之雙方相接，構成該不連續強化纖維束的強化纖維之至少一部分係與熱硬化性樹脂和熱塑性樹脂之雙方相接，而且強化纖維與熱塑性樹脂從強化纖維的長度方向之端部起在長度方向中連續相接者係存在。又，於複數條的不連續強化纖維束之間，能夠畫出通過熱塑性樹脂的長度之合計為 100% 之直線。於表層以外的層中，觀察到在層間藉由熱塑性樹脂所構成的層。於所得之纖維強化塑膠中，展現充分的接合強度。

【 0128 】

< 實施例 1-4 >

除了將纖維強化塑膠未硬化物積層體設置於表面積為 350mm×350mm 的模具，以沖壓機施加 3MPa 的壓力而使其伸展以外，與實施例 1-3 同樣地，得到纖維強化塑膠。

【 0129 】 所得之纖維強化塑膠雖然厚度比實施例 1-3 薄，但厚度不均少，而且沖壓後的纖維強化塑膠係無間隙地伸展成 350mm 見方，形狀追隨性優異。又，由於不連續強化纖維束間的距離係比實施例 1-3 廣，熱塑性樹脂 [C] 向不連續強化纖維束間的含浸係相較於實施例 1-3，亦可清晰地目視，而且於所觀察的全部區域中，不連續強化纖維束的長度方向之端部係在目視之範圍內與熱硬化性樹脂或熱塑性樹脂相接。

【 0130 】 而且，位於表層的不連續強化纖維束之一部分係與熱硬化性樹脂及熱塑性樹脂之雙方相接，構成

該不連續強化纖維束的強化纖維之至少一部分係與熱硬化性樹脂和熱塑性樹脂之雙方相接，而且強化纖維與熱塑性樹脂從強化纖維的長度方向之端部起在長度方向中連續相接者係存在。又，於複數條的不連續強化纖維束之間，能夠畫出通過熱塑性樹脂的長度之合計為 100% 之直線。於表層以外的層中，觀察到在層間藉由熱塑性樹脂所構成的層。於所得之纖維強化塑膠中，展現充分的接合強度。

【 0131 】

< 實施例 2-1 >

拉出使強化纖維 [A] 單向整齊排列而成的連續狀態之強化纖維薄片 (單位面積重量 120g/m^2)，使其單向地行進。又，將熱硬化性樹脂 [B] 塗布於脫模薄膜上，製造 2 片熱硬化性樹脂 [B] 之薄片。然後，將該熱硬化性樹脂 [B] 薄片，從前述經單向行進的強化纖維 [A] 薄片之上下，以熱硬化性樹脂 [B] 不硬化之方式，邊以 100°C 之溫度進行加熱邊以 0.07MPa 使用輥進行壓接，而製作單向預浸漬物。

【 0132 】 然後，使用旋轉刀，對於單向預浸漬物中的強化纖維 [A] 之長度方向以 14° 的角度，以強化纖維 [A] 的纖維長度成為 25mm 之方式導入切口，得到不連續強化纖維束經單向排列而成的切口預浸漬物。以切口預浸漬物中的強化纖維 [A] 之體積含有率成為 60% 之方式調整。

【 0133 】 將經切成 300mm 見方的大小之切口預浸漬

物，將作為接合面的表層之強化纖維[A]的配向方向設為 0° ，以成為 $[0^\circ/90^\circ]_{2s}$ (符號 s 表示鏡面對稱)之方式積層 8 片後，將熱塑性樹脂[C]薄片貼附於接合面之表層，而得到纖維強化塑膠未硬化物積層體。

【0134】將纖維強化塑膠未硬化物積層體設置於面積為 $300\text{mm}\times 300\text{mm}$ 的模具，為了消除空隙而以沖壓機施加 0.6MPa 的壓力，在 180°C 下加溫 2 小時，藉此得到纖維強化塑膠。

【0135】所得之纖維強化塑膠係厚度不均比實施例 1-1 更少。又，以熱硬化性樹脂[B]為主成分的區域與以熱塑性樹脂[C]為主成分的區域以相接之方式流動而形成界面的狀況，及熱塑性樹脂[C]含浸至不連續強化纖維束間的狀況，係可從剖面之觀察來確認。而且，於所觀察的全部區域中，不連續強化纖維束的長度方向之端部係在目視之範圍內與熱硬化性樹脂或熱塑性樹脂相接。構成該不連續強化纖維束的強化纖維之至少一部分係與熱硬化性樹脂和熱塑性樹脂之雙方相接，而且強化纖維與熱塑性樹脂從強化纖維的長度方向之端部起在長度方向中連續相接者係存在。

【0136】又，於複數條的不連續強化纖維束之間，能夠畫出通過熱塑性樹脂的長度之合計為 100% 之直線。而且，位於表層的不連續強化纖維束之一部分係與熱硬化性樹脂及熱塑性樹脂之雙方相接。於所得之纖維強化塑膠中，展現充分的接合強度。

【0137】

< 實施例 2-2 >

除了將纖維強化塑膠未硬化物積層體設置於表面積為 350mm×350mm 的模具，以沖壓機施加 3MPa 的壓力而使其伸展以外，與實施例 2-1 同樣地，得到纖維強化塑膠。

【0138】所得之纖維強化塑膠雖然厚度比實施例 2-1 薄，但厚度不均少，而且沖壓後的纖維強化塑膠係無間隙地伸展成 350mm 見方，形狀追隨性優異。又，熱塑性樹脂 [C] 向不連續強化纖維束間的含浸係可清晰地目視，而且於所觀察的全部區域中，不連續強化纖維束的長度方向之端部係在目視之範圍內與熱硬化性樹脂及熱塑性樹脂之雙方相接。構成該不連續強化纖維束的強化纖維之至少一部分係與熱硬化性樹脂和熱塑性樹脂之雙方相接，而且強化纖維與熱塑性樹脂從強化纖維的長度方向之端部起在長度方向中連續相接者係存在。

【0139】又，於複數條的不連續強化纖維束之間，能夠畫出通過熱塑性樹脂的長度之合計為 100% 之直線。而且，位於表層的不連續強化纖維束之一部分係與熱硬化性樹脂及熱塑性樹脂之雙方相接。於所得之纖維強化塑膠中，展現充分的接合強度。

【0140】

< 比較例 1-1 >

除了不使用熱塑性樹脂 [C] 薄片以外，與實施例 1-1 同樣地得到纖維強化塑膠。

【0141】所得之纖維強化塑膠由於為已經硬化的狀

態，故在拉伸剪切接合強度測定用之試驗片製作之際，於沖壓時積層體不接合，無法評價。

【 0142 】

< 比較例 1-2 >

與實施例 1-1 同樣地積層 8 片 SMC 預浸漬物，不使用熱塑性樹脂 [C] 薄片而製作纖維強化塑膠未硬化物積層體。

【 0143 】 將上述纖維強化塑膠未硬化物積層體設置於表面積為 300mm×300mm 的模具，為了消除空隙而以沖壓機施加 0.6MPa 的壓力，在 180℃ 下加溫 2 小時，藉此得到硬化物。然後，於該硬化物之單側表面上疊合熱塑性樹脂 [C] 薄片，以 180℃ 及 2 小時使其熔融，而使熱塑性樹脂 [C] 接著至硬化物，得到纖維強化塑膠。

【 0144 】 所得之纖維強化塑膠雖然厚度不均少，但幾乎看不到熱塑性樹脂 [C] 向不連續纖維束之含浸，接合強度亦不能說是充分。

【 0145 】

< 比較例 2-1 >

除了不使用熱塑性樹脂 [C] 薄片以外，與實施例 2-2 同樣地積層切口預浸漬物，將前述纖維強化塑膠未硬化物積層體設置於表面積為 350mm×350mm 的模具，以沖壓機施加 3MPa 的壓力而使其伸展，製作不含熱塑性樹脂 [C] 的硬化物。然後，於該硬化物之單側表面上疊合經切成 350mm×350mm 之大小的熱塑性樹脂 [C] 薄片，設置於表面積為 350mm×350mm 的模具，為了消除空隙而

以沖壓機施加 3MPa 的壓力，以 180°C 及 2 小時使其熔融，使熱塑性樹脂 [C] 接著於硬化物而得到纖維強化塑膠。

【0146】沖壓後的硬化物係無間隙地伸展成 350mm 見方，形狀追隨性優異。又，所得之纖維強化塑膠係厚度不均少。然而，幾乎看不到熱塑性樹脂 [C] 向不連續纖維束間及不連續纖維束之含浸，接合強度亦不能說是充分。

【0147】

・形狀追隨性之評價

< 實施例 3-1 >

將實施例 2-1 所製造的切口預浸漬物，將作為接合面的表層之強化纖維 [A] 的配向方向設為 0°，以 200mm 見方的大小，以成為 [0°/90°]_s 之方式積層 4 片後，將熱塑性樹脂 [C] 薄片貼附於單面的表層，得到纖維強化塑膠未硬化物積層體。

【0148】將纖維強化塑膠未硬化物積層體，以熱塑性樹脂 [C] 成為上表面之方式，設置於具有平面與曲面的形狀之模具，為了消除空隙而以沖壓機施加 3MPa 的壓力，在 180°C 下加溫 2 小時，而得到成為如圖 9 所示的形狀之纖維強化塑膠。

【0149】目視觀察沖壓後的纖維強化塑膠之接合面的表層，結果在曲面部未發生皺紋等。而且，於曲面之隅角中，與後述比較例 3-1 相比，樹脂豐富部較少。

【0150】

< 比較例 3-1 >

除了不插入切口以外，與實施例 3-1 同樣地得到纖維強化塑膠。

【0151】目視觀察所得之纖維強化塑膠的接合面之表層，結果幾乎沒有發生曲面部的皺紋，但於曲面之隅角的一部分區域中，樹脂豐富部係比實施例 3-1 多，形狀追隨性及均質性差。

【0152】表 1 中顯示實施例 1-1~1-4、2-1、2-2 及比較例 1-1、1-2、2-1 所製作的纖維強化塑膠之概要與最大含浸距離、粗糙度平均高度、表層的強化纖維之體積含有率及拉伸剪切接合強度之評價結果。

【0153】尚且，實施例之最大含浸距離、粗糙度平均高度及長邊含浸距離係將個位數四捨五入而得之值，比較例所示的最大含浸距離、粗糙度平均高度，係由於熱塑性樹脂未到達強化纖維，故是以硬化物之表面作為基準線而取得的參考值。

【 0154】 [表 1]

	預浸漬物	成形尺寸 (mm×mm)	最大 含浸距離 (μm)	粗糙度 平均高度 (μm)	表層中的強化纖維之 體積含有率 Vf(%)	長邊 含浸距離 (μm)	拉伸剪切 接合強度	熱塑性樹脂存在50% 以上的直線之比例
實施例1-1	SMC預浸漬物	300×300	90	60	36	60	B	B
實施例1-2	SMC預浸漬物	350×350	120	70	37	120	B	A
實施例1-3	SMC預浸漬物	300×300	90	50	32	110	B	A
實施例1-4	SMC預浸漬物	350×350	110	70	35	240	B	A
實施例2-1	切口預浸漬物	300×300	80	50	43	130	A	A
實施例2-2	切口預浸漬物	350×350	120	60	44	240	A	A
比較例1-1	SMC預浸漬物	300×300	-	-	-	-	C	D
比較例1-2	SMC預浸漬物	300×300	7*	4*	-	-	C	D
比較例2-1	切口預浸漬物	350×350	5*	3*	-	-	C	D

*以硬化物的表層之表面作為基準線而取得的參考值

【0155】已詳細且參照特定的實施態樣說明本發明，但發明所屬技術領域中具有通常知識者明瞭在不脫離本發明的宗旨與範圍內，可施加各式各樣的變更或修正。本申請案係基於2020年7月27日申請的日本發明專利申請案(特願2020-126652)，其內容係在此作為參照而併入。

【符號說明】

【0156】

- 1:纖維強化塑膠
- 2:不連續強化纖維束
- 3:不連續強化纖維
- 4,4':熱塑性樹脂
- 5:熱硬化性樹脂
- 6:界面
- 7:切口預浸漬物
- 8:切口
- 9:強化纖維束的長度方向
- 10:正交於強化纖維束的長度方向之方向
- 11:基準線
- 12:垂基線
- 13:含浸距離的測定點
- 14:粗糙度平均高度的測定點
- 15:沿著強化纖維的側面所畫出的基準線
- 16:長邊含浸距離的測定點

(2025年2月4日)

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】一種纖維強化塑膠，其係具有包含強化纖維與將熱硬化性樹脂及熱塑性樹脂一體化而成的基質之層，作為厚度方向的至少一表層，

該強化纖維係形成經隨機堆疊的不連續強化纖維束，或形成經單向排列的不連續強化纖維束，

該不連續強化纖維束的一部分係與該熱硬化性樹脂及該熱塑性樹脂之雙方相接，

該熱塑性樹脂露出於該表層之表面的至少一部分，於該表層中，該強化纖維的平均纖維長度為 5mm ~ 100mm 之範圍，

於該表層中，長邊含浸距離為 50 μ m 以上。

【請求項 2】如請求項 1 之纖維強化塑膠，其中於該表層中，以該熱硬化性樹脂為主成分的区域與以該熱塑性樹脂為主成分的区域係形成界面。

【請求項 3】如請求項 1 或 2 之纖維強化塑膠，其中於該表層中，該熱塑性樹脂具有從表面起在厚度方向中連續的区域，

該区域内該熱塑性樹脂與該不連續強化纖維束相接的部分之厚度的最大值為 10 μ m 以上。

【請求項 4】如請求項 1 或 2 之纖維強化塑膠，其中於該表層中，該強化纖維的含有率為 15 體積%以上 70 體積%以下。

【請求項 5】如請求項 1 或 2 之纖維強化塑膠，其中於該表層中，該強化纖維為選自包含碳纖維及玻璃纖維之

(2025年2月4日)

群組的至少 1 種。

【請求項 6】如請求項 1 或 2 之纖維強化塑膠，其中於該表層中，與該不連續強化纖維束的長度方向之端部相接的空隙之存在比率為 5 面積%以下。

【請求項 7】如請求項 1 或 2 之纖維強化塑膠，其中於該表層中，在該不連續強化纖維束彼此之間，存在該熱塑性樹脂。

【請求項 8】如請求項 7 之纖維強化塑膠，其中該熱塑性樹脂佔據相鄰的任意不連續纖維強化束之間。

【請求項 9】如請求項 1 或 2 之纖維強化塑膠，其中於厚度方向的兩表層中，具有該不連續強化纖維束、該熱塑性樹脂及該熱硬化性樹脂，

該熱塑性樹脂露出於該兩表層之表面。

【請求項 10】如請求項 1 或 2 之纖維強化塑膠，其中構成纖維強化塑膠的不連續強化纖維束之至少一部分係配向於面外方向，

該不連續強化纖維束配向於面外方向，就是指表層的某不連續強化纖維束成水平配置時，相同表層之其它不連續強化纖維束的一部分相對於水平所成的角度為 5 度以上之組合存在者。

【請求項 11】一種纖維強化塑膠之製造方法，其係如請求項 1 至 10 中任一項之纖維強化塑膠之製造方法，包含：

使熱硬化性樹脂含浸至強化纖維束之步驟 1；

使熱塑性樹脂含浸至強化纖維束之步驟 2；

(2025年2月4日)

切斷強化纖維束而成為不連續強化纖維束之步驟
3；

以熱塑性樹脂露出於厚度方向的至少一表面之方式，積層所需片數的構成纖維強化塑膠的基材之步驟
4；及

藉由加熱及加壓而將纖維強化塑膠成形之步驟 5；

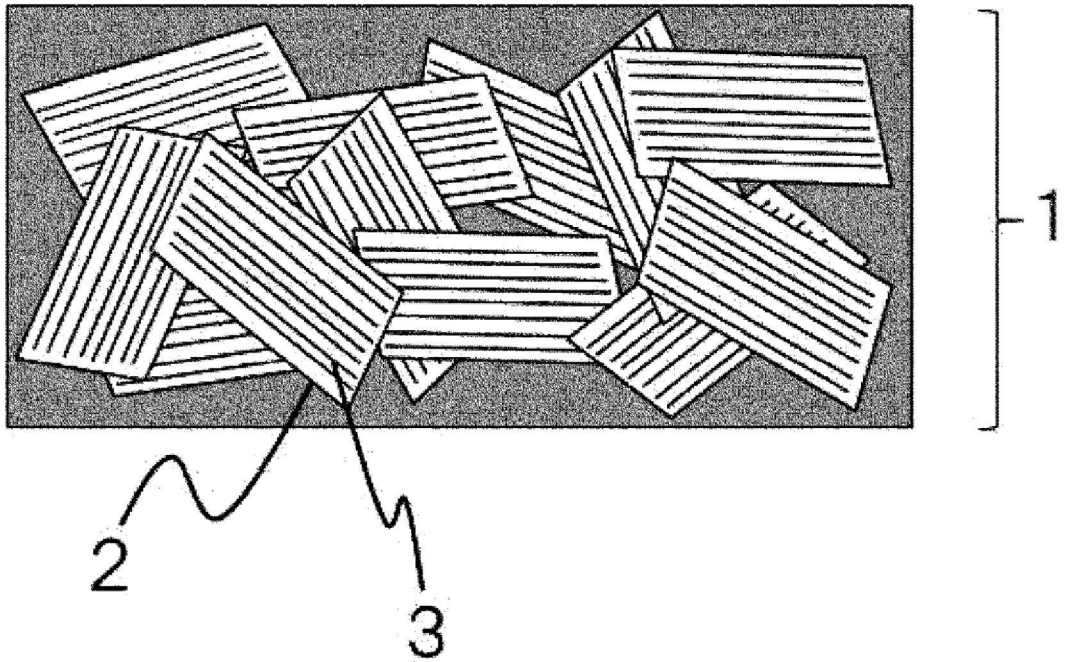
該步驟 5 係在實施該步驟 1~4 之後實施，或在實施該步驟 1、3 及 4 之後與該步驟 2 同時地實施，或在實施該步驟 2、3 及 4 之後與該步驟 1 同時地實施。

【請求項 12】如請求項 11 之纖維強化塑膠之製造方法，其包含：於該熱塑性樹脂露出的表層中，以該不連續強化纖維束的長度方向之端部與該熱硬化性樹脂或該熱塑性樹脂相接之方式使其流動之步驟 6。

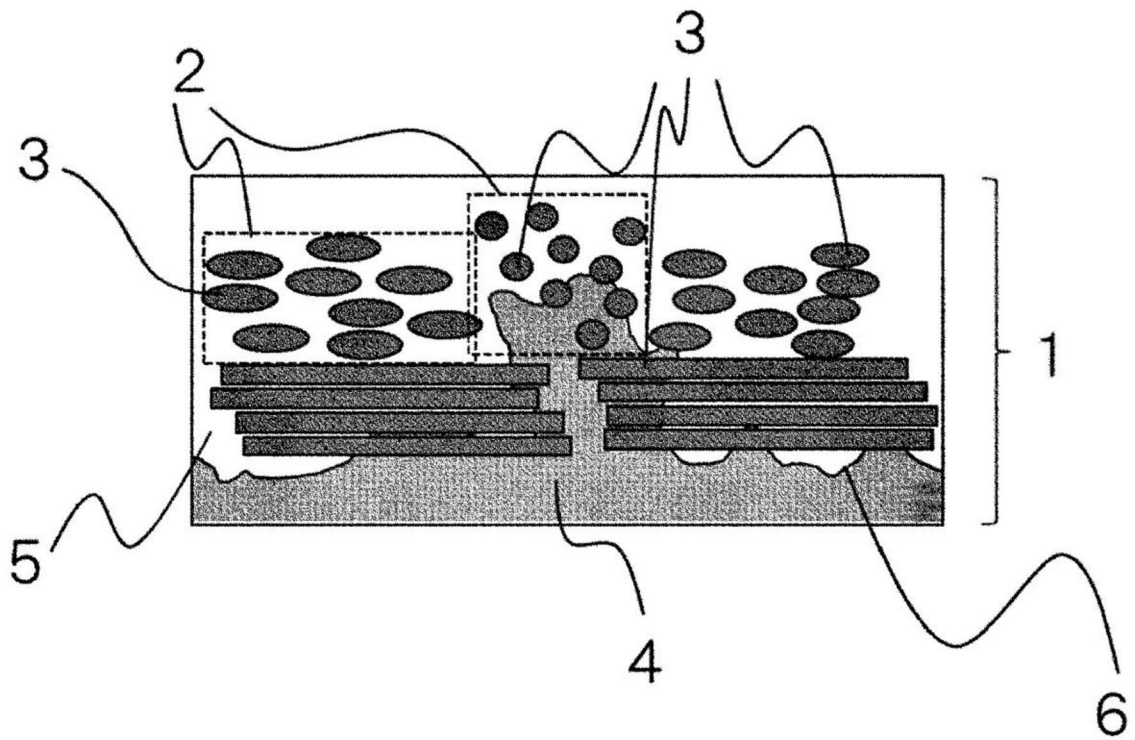
【請求項 13】如請求項 12 之纖維強化塑膠之製造方法，其中在該步驟 6 中，於該熱塑性樹脂露出的表層中，該不連續強化纖維束之至少一部分係與該熱硬化性樹脂及該熱塑性樹脂之雙方相接，

而且，以構成該強化纖維束的至少 1 條該強化纖維與該熱塑性樹脂係從該強化纖維的長度方向之端部起在長度方向中連續相接之方式使其流動。

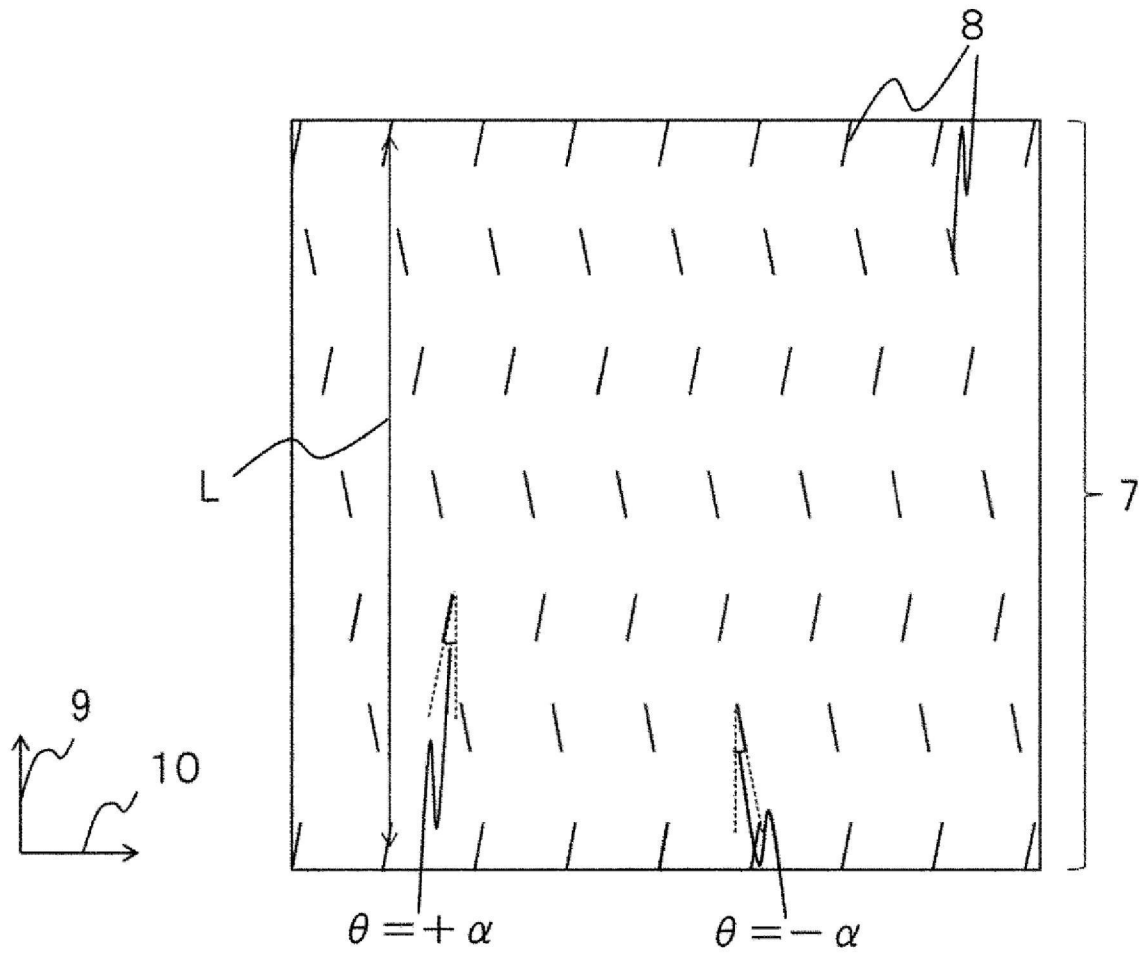
【發明圖式】



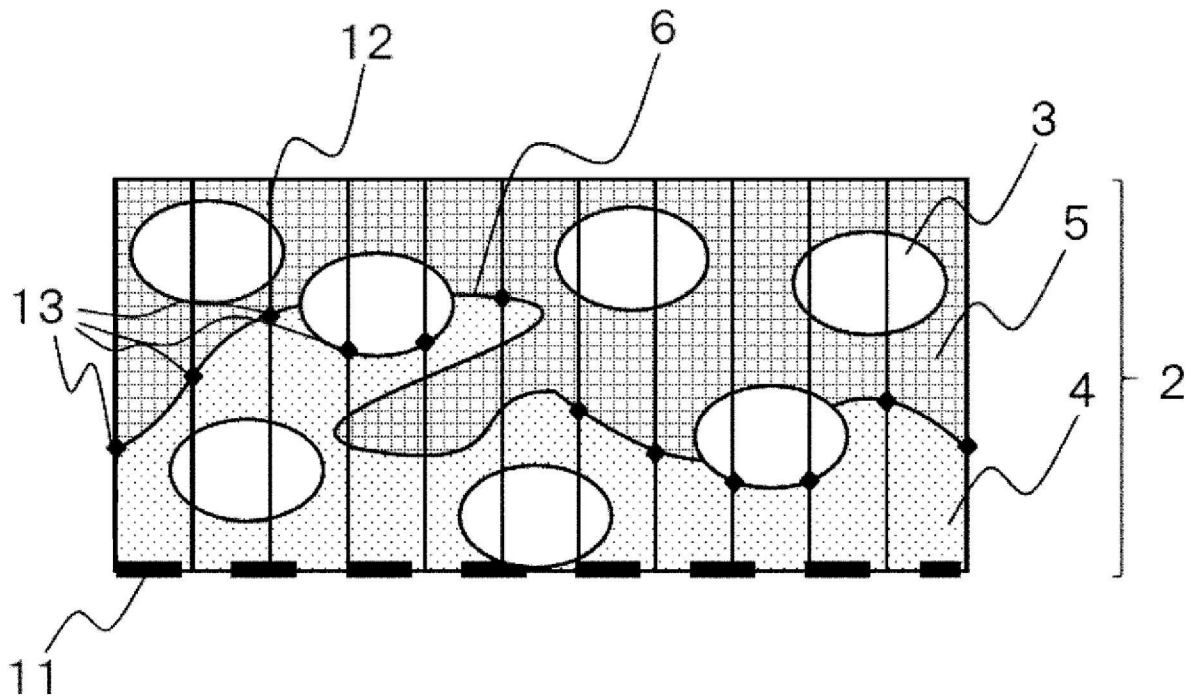
【圖 1】



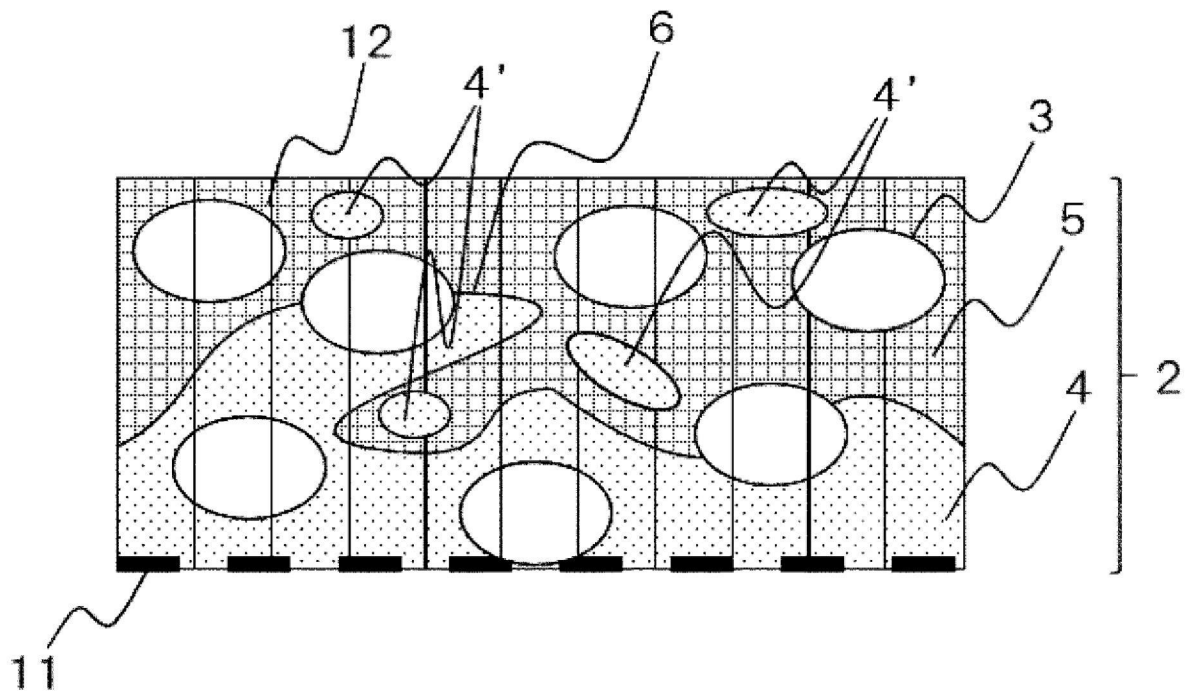
【圖 2】



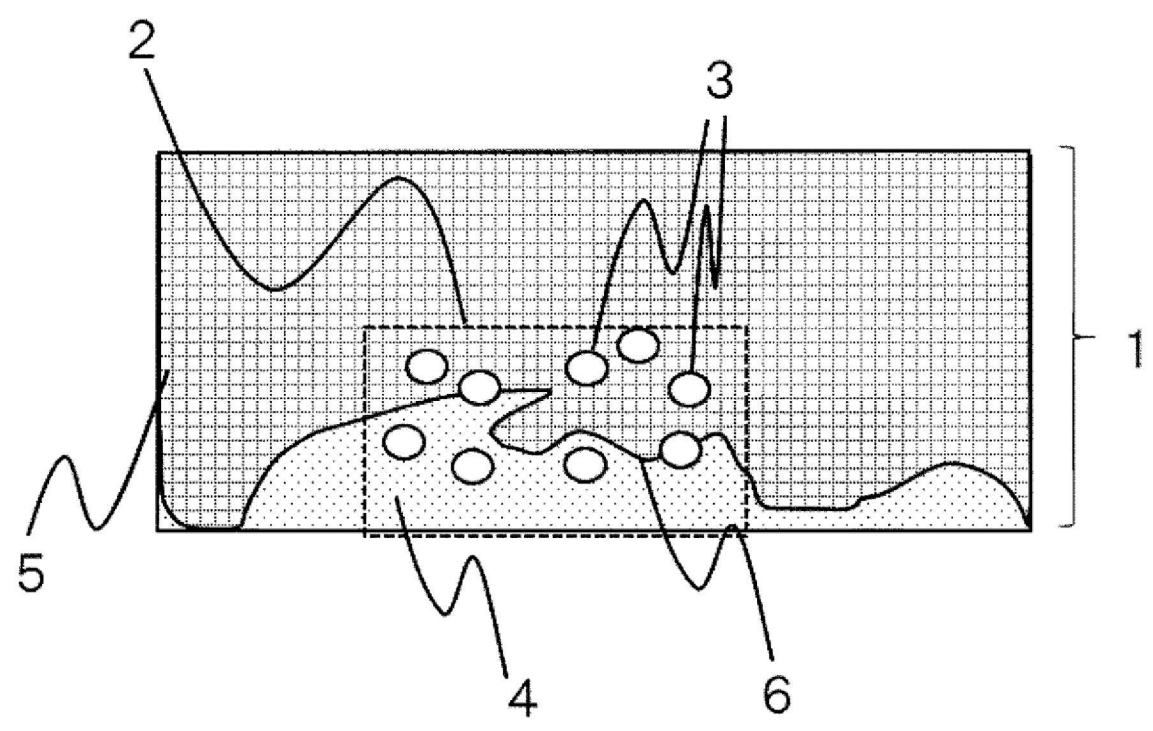
【圖 3】



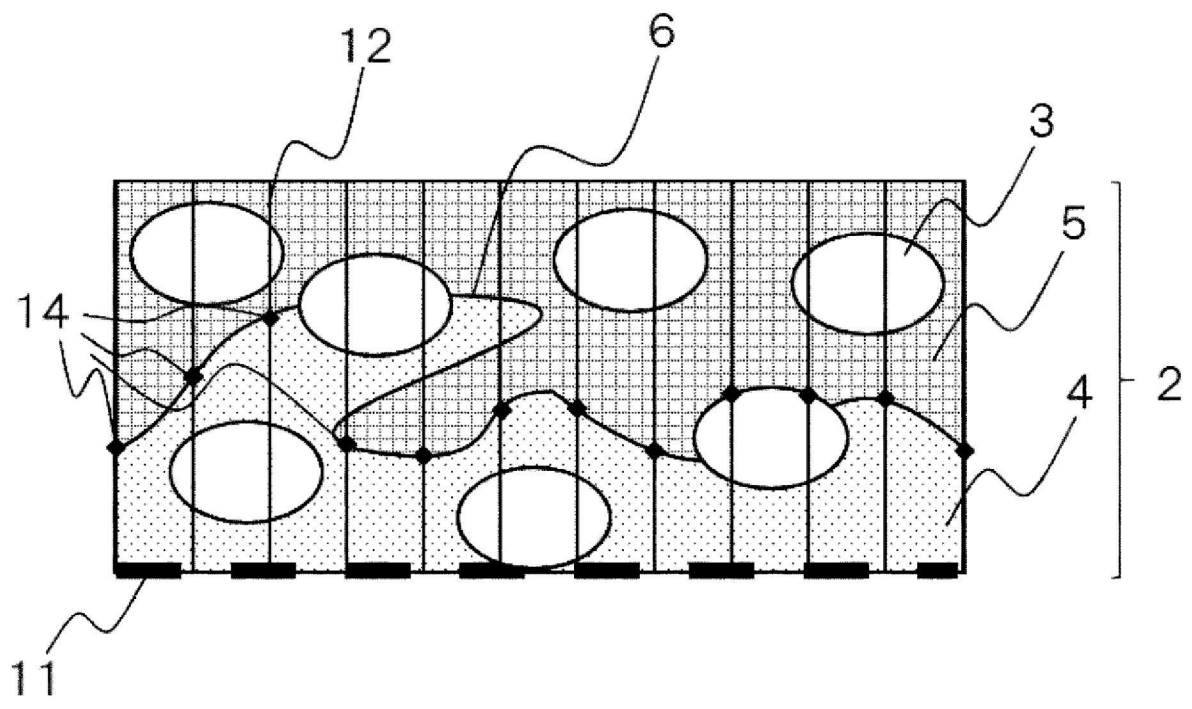
【圖 4】



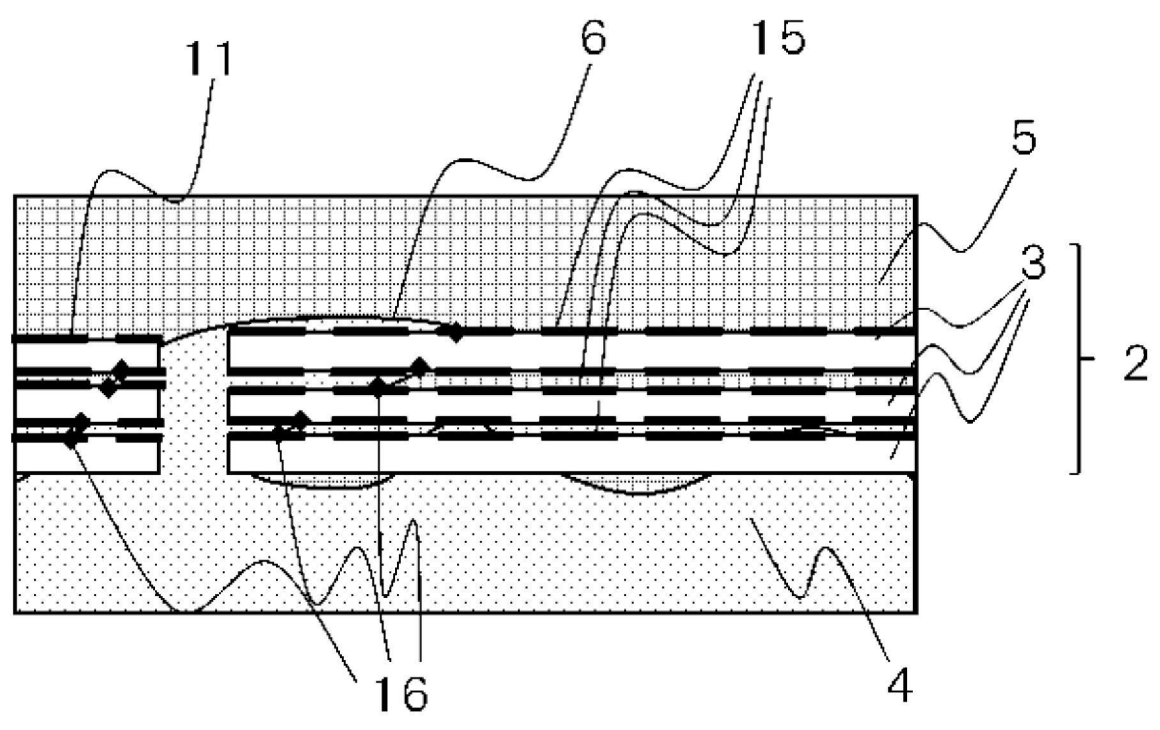
【圖 5】



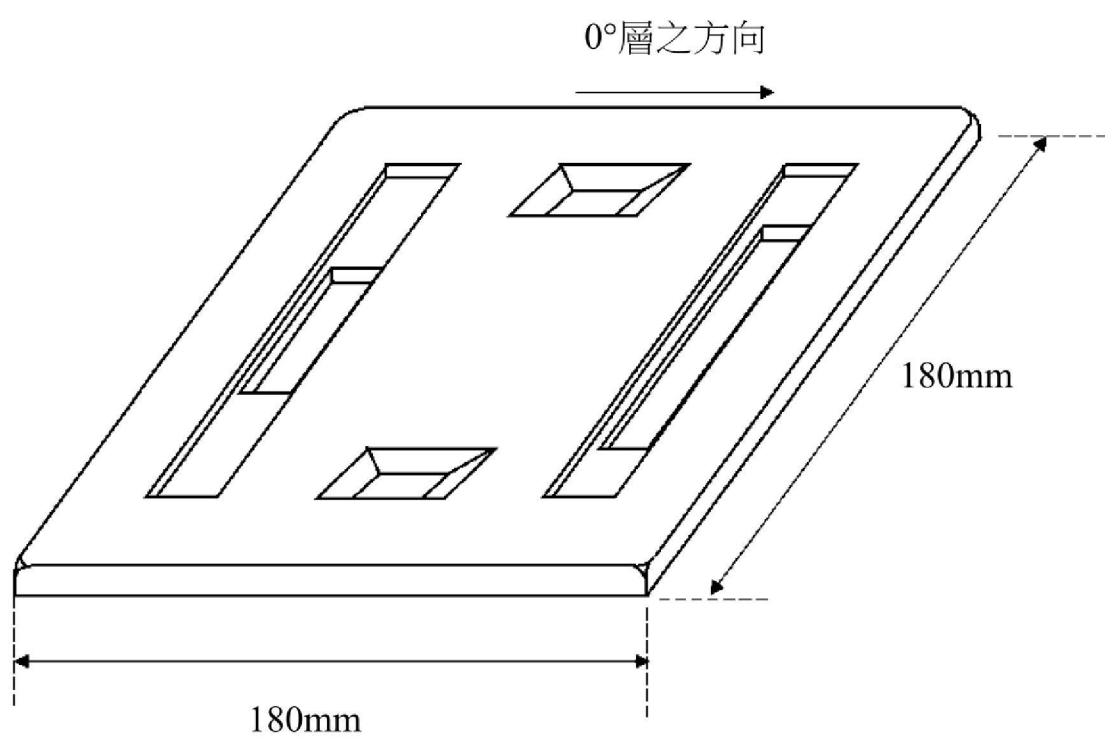
【圖 6】



【圖 7】



【圖 8】



【圖 9】