



(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 I848456 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 07 月 11 日

(21)申請案號：111145869

(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 11 月 30 日

(51)Int. Cl. : F03D1/06 (2006.01)

(30)優先權：2021/12/01 歐洲專利局 21211701.4

(71)申請人：丹麥商西門子歌美颯再生能源公司(丹麥) SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY A/S (DK)
丹麥

(72)發明人：漢瑞屈森 索倫倫卓普道加德 HENRICHSEN, SOEREN RANDRUP DAUGAARD (DK)；喬根森 簡斯葛蘭琴 JOERGENSEN, JENS GRANDJEAN (DK)

(74)代理人：王彥評；賴碧宏

(56)參考文獻：

CN	109312623B	DE	102010015392A1
JP	2003-518586A	JP	2013-533941A
US	11015573B2	WO	2006/002621A1
WO	2015/189338A1		

審查人員：周修平

申請專利範圍項數：19 項 圖式數：7 共 38 頁

(54)名稱

風力渦輪機葉片及用於製造風力渦輪機葉片的方法

(57)摘要

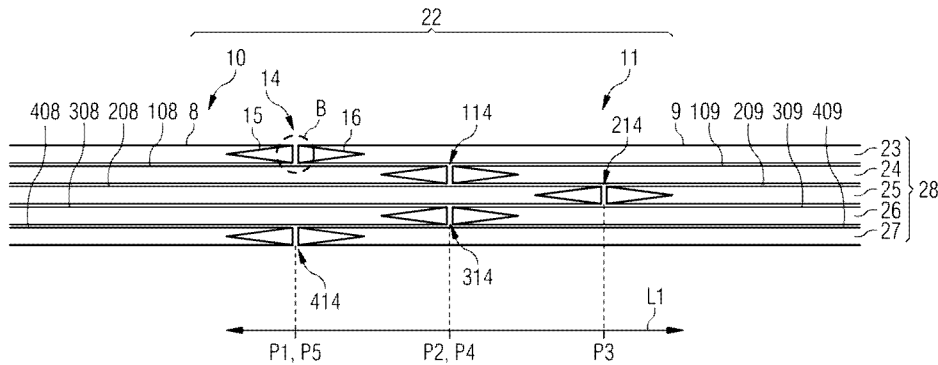
一種風力渦輪機葉片(3)，其包括兩板材(8、9)，其等在該等板材(8、9)的縱向(L1)上藉由對接接頭(14)於接合表面(12、13)處彼此接合，其中每一板材(8、9)包括具有一楔形凹槽(19、21)的一主要部分(18、20)及填充該凹槽的一楔形部分(15、16)，每一楔形部分(15、16)具有該等接合表面(12、13)的一各自一者且自其接合表面(12、13)於遠離其接合表面(12、13)的方向(D1、D2)上漸縮，及該等楔形部分(15、16)的材料的剛度小於該等主要部分(18、20)的材料的剛度。藉由具有該等楔形部分，負載透過降低應力集中的較大面積傳遞至周圍材料。

A wind turbine blade (3), comprising two planks (8, 9) joined with each other in a longitudinal direction (L1) of the planks (8, 9) at joining surfaces (12, 13) by a butt joint (14), wherein each plank (8, 9) comprises a main portion (18, 20) with a wedge-shaped recess (19, 21) and a wedge-shaped portion (15, 16) filling the recess, each wedge-shaped portion (15, 16) has a respective one of the joining surfaces (12, 13) and is tapered from its joining surface (12, 13) in a direction (D1, D2) away from its joining surface (12, 13), and a stiffness of a material of the wedge-shaped portions (15, 16) is smaller than a stiffness of a material of the main portions (18, 20).

By having the wedge-shaped portions, the load is transferred to the surrounding material over a larger area which reduces the stress concentration.

指定代表圖：

【圖5】



符號簡單說明：

8:第一板材

9:第二板材

10:第一翼樑截面

11:第二翼樑截面

14:對接接頭

15:楔形部分

15:楔形部分

16:楔形部分

22:翼樑元件

23:最上層

24:第二層

25:第三層

26:次下層

27:最下層

28:堆疊

108:第一板材

109:第二板材

114:對接接頭

208:第一板材

209:第二板材

214:對接接頭

308:第一板材

309:第二板材

314:對接接頭

408:第一板材

409:第二板材

414:對接接頭

B:接合區

L1:縱向

P1:交錯位置

P2:交錯位置

P3:交錯位置

P4:交錯位置

I848456

TW I848456 B

P5:交錯位置



I848456

【發明摘要】**【中文發明名稱】**

風力渦輪機葉片及用於製造風力渦輪機葉片的方法

【英文發明名稱】

WIND TURBINE BLADE AND METHOD FOR MANUFACTURING
A WIND TURBINE BLADE

【中文】

一種風力渦輪機葉片(3)，其包括兩板材(8、9)，其在該等板材(8、9)的縱向(L1)上藉由對接接頭(14)於接合表面(12、13)處彼此接合，其中

每一板材(8、9)包括具有一楔形凹槽(19、21)的一主要部分(18、20)及填充該凹槽的一楔形部分(15、16)，

每一楔形部分(15、16)具有該等接合表面(12、13)的一各自一者且自其接合表面(12、13)於遠離其接合表面(12、13)的方向(D1、D2)上漸縮，及

該等楔形部分(15、16)的材料的剛度小於該等主要部分(18、20)的材料的剛度。

藉由具有該等楔形部分，負載透過降低應力集中的較大面積傳遞至周圍材料。

【 英文 】

A wind turbine blade (3), comprising two planks (8, 9) joined with each other in a longitudinal direction (L1) of the planks (8, 9) at joining surfaces (12, 13) by a butt joint (14), wherein

each plank (8, 9) comprises a main portion (18, 20) with a wedge-shaped recess (19, 21) and a wedge-shaped portion (15, 16) filling the recess,

each wedge-shaped portion (15, 16) has a respective one of the joining surfaces (12, 13) and is tapered from its joining surface (12, 13) in a direction (D1, D2) away from its joining surface (12, 13), and

a stiffness of a material of the wedge-shaped portions (15, 16) is smaller than a stiffness of a material of the main portions (18, 20).

By having the wedge-shaped portions, the load is transferred to the surrounding material over a larger area which reduces the stress concentration.

【 指定代表圖 】

圖 5

【 代表圖之符號簡單說明 】

8:第一板材

9:第二板材

10:第一翼樑截面

11:第二翼樑截面

14:對接接頭

15:楔形部分

- 15: 楔形部分
- 16: 楔形部分
- 22: 翼樑元件
- 23: 最上層
- 24: 第二層
- 25: 第三層
- 26: 次下層
- 27: 最下層
- 28: 堆疊

- 108: 第一板材
- 109: 第二板材
- 114: 對接接頭
- 208: 第一板材
- 209: 第二板材
- 214: 對接接頭
- 308: 第一板材
- 309: 第二板材
- 314: 對接接頭
- 408: 第一板材
- 409: 第二板材
- 414: 對接接頭

- B: 接合區

- L1: 縱向

- P1: 交錯位置

P2:交錯位置

P3:交錯位置

P4:交錯位置

P5:交錯位置

【特徵化學式】

無。

【發明說明書】

【中文發明名稱】

風力渦輪機葉片及用於製造風力渦輪機葉片的方法

【英文發明名稱】

WIND TURBINE BLADE AND METHOD FOR MANUFACTURING
A WIND TURBINE BLADE

【技術領域】

【0001】本發明係關於風力渦輪機葉片及用於製造風力渦輪機葉片的方法。

【先前技術】

【0002】在製造風力渦輪機葉片時，可能需要接合兩個剛性結構，例如兩個承載結構。該等結構可例如係包括碳或玻璃纖維的板材。尤其是對於藉由接合兩個以上細長葉片截面而製造的葉片，可能需要將葉片的細長樑截面或翼樑截面彼此接合。此細長樑截面或翼樑截面可包括以堆疊配置的數個板材。

【0003】以對接接頭接合兩板材允能易於處理及精確置放板材。藉由接合兩板材於一對接接頭中，板材端面可以簡單相鄰置放，而板材端部無需任何特殊塑形。但接合兩剛性組件於一對接接頭中可能造成接頭附近的高應變集中。

【發明內容】

【0004】本發明的目的在於提供經改良的風力渦輪機葉片及經改良的用於製造風力渦輪機葉片的方法。

【0005】因此，提供一種風力渦輪機葉片。該風力渦輪機葉片包括兩板材，其等在板材的縱向上藉由對接接頭於接合表面處彼此接合。每一板材包括具有一楔形凹槽的一主要部分及填充該凹槽的一楔形部分。此外，每一楔形部分具有該等接合表面的一各自一者且自其接合表面於遠離其接合表面的方向上漸縮。再者，該等楔形部分的材料的剛度小於該等主要部分的材料的剛度。

【0006】以對接接頭接合兩板材允能易於處理及精確置放與對齊板材。此外，藉由在兩板材間的接合介面處具有具較小剛度的材料的楔形部分，板材的剛度在遠離接合介面的方向上自接合介面(亦即各自接合表面)緩慢減小。故負載透過較大面積傳遞至周圍材料(尤其是兩板材上下方的周圍材料)，減少應力集中。

【0007】在板材縱向上藉由對接接頭彼此接合的兩板材可例如係較大結構的部分，該較大結構包含以堆疊配置的多層承載板材及/或元件(亦即在與板材縱向垂直的方向上)。接著，相較於藉由對接接頭接合兩板材而不具有具較小剛度的材料的楔形部分的情況，來自藉由對接接頭彼此接合的兩板材的負載透過較大面積傳遞至兩板材上方及/或下方的層。

【0008】該兩板材尤其包括具有第一接合表面的第一板材及具有第二接合表面的第二板材。此外，第一與第二板材在第一與第二板材的縱向上藉由對接接頭在其等各自接合表面處彼此接合。此外，第一板材包括第一楔形部分，其具有第一接合表面且在遠離第一接合表面的

方向上自第一接合表面漸縮，及第二板材包括第二楔形部分，其具有第二接合表面且在遠離第二接合表面的方向上自第二接合表面漸縮。

【0009】相較於主要部份的材料的剛度，第一與第二楔形部分的材料的剛度較小，例如第一與第二楔形部分的材料的彈性模數小於主要部份的材料的彈性模數。在第一與第二楔形部分的材料的縱向上的彈性模數較佳小於在主要部份的材料的縱向上的性模數。剛度(尤其是彈性模數)可係指(楔形部分及/或主要部份的)材料係不同組分(如樹脂與纖維)之組合下的平均或最大剛度。平均剛度可在例如 1mm^2 或 1cm^2 的截面積上形成。最大剛度係針對在建構(各自)材料的所有組分中具最高剛度(彈性模數)的材料的組分。

【0010】所提供的風力渦輪機葉片成為風力渦輪機的轉子的部分。風力渦輪機係用以轉換風動能為電能的裝置。風力渦輪機包括例如具有各連接至輪轂的一個以上葉片的轉子；包含發電機的機艙；及其上端固持機艙的塔架。風力渦輪機的塔架可連接至風力渦輪機的基座，諸如海床中的單樁。

【0011】在風力渦輪機的安裝狀態中，葉片(例如葉片根部)係例如固定或轉動地連接至輪轂。風力渦輪機葉片係例如直接用螺栓固定至輪轂，或經由旋角軸承連接至輪轂。旋角軸承被構造成依風速調整葉片攻角以控制葉片轉速。

【0012】除了構造成與輪轂連接的基本上圓柱形根部外，風力渦輪機葉片的外表面具有空氣動力塑形剖面

(翼形)。風力渦輪機葉片的空氣動力塑形剖面包括例如壓力側(上風側)與吸力側(下風側)。壓力側與吸力側於前緣與後緣彼此連接。

【0013】葉片的葉片外殼係由例如纖維強化樹脂製造。該葉片外殼係例如藉由真空灌注樹脂於乾纖維鋪層且固化該樹脂而製造。但亦可藉由不同方法製造該葉片外殼。該葉片外殼尤其具有外表面與內表面，其中該外表面界定葉片的氣體動力輪廓，及該內表面界定葉片的內空腔。

【0014】葉片可包含承載結構如縱向延伸樑或翼樑。次等縱向延伸樑或翼樑可包含在板材的縱向上(亦即在葉片的縱向上)彼此接合的兩板材。

【0015】該兩板材尤其係葉片的縱向延伸承載結構。兩板材的縱向尤其係葉片的縱向。兩板材尤其被葉片外殼覆蓋使得葉片具有平順的氣體動力塑形外表面。

【0016】接合表面尤其係平坦表面。接合表面係例如垂直於板材的縱向配置。此外，第一板材的第一接合表面在例如尺寸、定向及/或表面粗糙度上與第二板材的第二接合表面匹配。

【0017】每一板材的楔形部分完全填充例如相同板材的各自楔形凹槽。換言之，以較軟材料取代在接合介面處的每一板材的一部分，以改善接合處的負載傳遞。

【0018】每一楔形部分在遠離其接合表面的方向上自其接合表面漸縮。尤其是每一楔形部分在與板材的縱向平行的方向上自其接合表面漸縮。

【0019】楔形部分的材料的剛度小於主要部份的材料的剛度。尤其是楔形部分的材料的剛度小到足以使得負載主要及/或僅經由主要部分而不經由楔形部分承載。

【0020】依據一實施例，如在沿著縱向上的剖面上所見，每一楔形部分具有等腰三角形的形狀，而其接合表面係等腰三角形的底。

【0021】使得楔形部分具有等腰三角形剖面允能在接合介面處傳遞負載至兩板材上方層及兩板材下方層。例如負載等量傳遞至兩板材上方層與兩板材下方層。在此實施例中的楔形部分亦可稱之為雙楔形部分。

【0022】尤其是如沿著縱向的剖面中所見，每一楔形部分包括兩漸縮表面，各在遠離接合表面的方向上漸縮。此外，如沿著縱向的剖面中所見，各自楔形部分的接合表面與兩漸縮表面形成等腰三角形。等腰三角形的腰定義為等長。此外，等腰三角形的腰係由兩漸縮表面形成。

【0023】依據另一實施例，如沿著縱向的剖面中所見，每一楔形部分具有直角三角形的形狀，而其接合表面係直角三角形的直角邊。

【0024】藉由對稱或非對稱配置兩楔形部分，可調整在接合處的負載傳遞。

【0025】如沿著縱向的剖面中所見，每一楔形部分尤其包括在遠離接合表面的方向上漸縮的單一漸縮表面。此外，此漸縮表面形成直角三角形的斜邊。

【0026】依據另一實施例，兩板材的第一者的楔形部分與兩板材的第二者的楔形部分相對於與接合表面平行的對稱軸對稱配置。

【0027】因此楔形部分的第一者的漸縮表面(斜邊)與楔形部分的第二者的漸縮部分(斜邊)面對兩板材上方或下方的相同層。

【0028】使得楔形部分具有直角三角形剖面且彼此對稱配置允能在接合介面處主要及/或僅傳遞負載至兩板材上方層或兩板材下方層。

【0029】依據另一實施例，兩板材的第一者的楔形部分與兩板材的第二者的楔形部分相對於與接合表面平行的一軸非對稱配置。

【0030】因此，楔形部分的第一者的漸縮表面(斜邊)面向兩板材的上方層且楔形部分的第二者的漸縮部分(斜邊)面向兩板材的下方層，反之亦然。

【0031】依據另一實施例，板材的主要部分包括碳纖維及/或玻璃纖維。

【0032】板材係例如拉擠碳輪廓。

【0033】依據另一實施例，板材的楔形部分包括發泡材料、封胞發泡材料、聚合發泡體、PET 發泡體、PVC 發泡體、PUR 發泡體、木材及/或輕木。

【0034】具封胞發泡體避免在樹脂灌注處理期間吸收樹脂。

【0035】依據另一實施例，每一楔形部分在遠離其接合表面的方向上自其接合表面以 1：3 以下、1：4 以下、1：10 以下及/或 1：100 以下的比例漸縮。

【0036】使得漸縮形狀具較小比例(較淺漸縮)允能透過較大面積傳遞負載至周圍材料。但具極小錐度比的楔形部分不易加工製造，因其需要例如極窄的鋸片。換言之，具較大錐度比的楔形部分(較陡漸縮)易於製造。因此，可藉由考量負載傳遞需求及製造需求來選擇錐度比。

【0037】錐度比係楔形部分的厚度(亦即與板材的縱向垂直的楔形部分尺寸)與楔形部分的長度(亦即與板材的縱向平行的楔形部分尺寸)的比例。

【0038】依據另一實施例，接合的兩板材包括第一板材與第二板材，且

風力渦輪機葉片包括一第一翼樑截面及一第二翼樑截面，該第一翼樑截面包含配置於一堆疊中的多個第一板材，該第二翼樑截面包含配置於一堆疊中的多個第二板材，該第二翼樑截面藉由該多個第一板材與該多個第二板材之間的多個對接接頭接合至該第一翼樑截面。

【0039】例如風力渦輪機葉片包括具第一翼樑截面的第一縱向葉片截面與具第二翼樑截面的第二縱向葉片截面，第二葉片截面在一接頭處接合至第一葉片截面。

【0040】依據另一實施例，多個第一與多個第二板材的多個對接接頭係相對於該等板材的縱向配置於交錯位置處。

【0041】藉由在交錯位置處具有不同層的對接接頭，達成非單調變化接合線。因此，藉由一較強接頭使兩翼樑截面彼此連接。

【0042】例如在交錯位置處配置多個對接接頭，使得達成鋸齒形接合線。

【0043】依據另一態樣，提供包括上述風力渦輪機葉片的風力渦輪機。

【0044】依據另一態樣，提供一種用於製造風力渦輪機葉片的方法。該方法包括以下步驟

提供兩板材，每一板材包括具有一楔形凹槽的一主要部分及填充該凹槽的一楔形部分，其中每一楔形部分具有一接合表面且自其接合表面於遠離其接合表面的方向上漸縮，及該等楔形部分的材料的剛度小於該等主要部分的材料的剛度，及

在該等板材的縱向上藉由對接接頭於該等接合表面處使該兩個板材彼此接合。

【0045】依據該另一態樣的一實施例，該等板材的該等主要部分包括一纖維鋪層，及藉由以樹脂灌注該纖維鋪層且固化該樹脂而使一各自板材的該主要部分與該楔形部分彼此接合。

【0046】包括主要與楔形部分的每一板材可係預製元件。或者，可藉由接合兩板材使得一各自板材的主要部分與楔形部分彼此同時接合。

【0047】包括纖維鋪層的該等板材的主要部分包含其中主要部分包括被灌注樹脂的乾或半乾纖維鋪層的情況，以及主要部分係預鑄元件的情況，該預鑄元件添加有接著被灌注樹脂的乾或半乾纖維鋪層。

【0048】依據該另一態樣的一實施例，該兩個板材包括在一接合區中的一纖維鋪層及藉由以樹脂灌注該纖維鋪層且固化該樹脂而彼此接合。

【0049】依據該另一態樣的一實施例，該兩個板材包括一第一板材與一第二板材，且

該方法包括以下步驟

提供一第一翼樑截面，其包含配置於一堆疊中的多個該第一板材，

提供一第二翼樑截面，其包含配置於一堆疊中的多個該第二板材，及

藉由以該多個對接接頭接合該多個第一與第二板材而接合該第一翼樑截面與該第二翼樑截面。

【0050】依據該另一態樣的一實施例，在一單一樹脂灌注與固化程序中：

將該兩板材的一第一者或該多個第一板材的每一者的該主要部分與該楔形部分彼此接合，

將該兩板材的一第二者或該多個第二板材的每一者的該主要部分與該楔形部分彼此接合，及/或

將該兩板材的該第一者與該第二者彼此接合或將該多個第一板材與該多個第二板材接合。

【0051】多個第一板材與多個第二板材接合包含第一翼樑截面與第二翼樑截面接合。

【0052】單一樹脂灌注與固化程序亦可包含接合包括第一翼樑截面(具多個第一板材)的第一縱向葉片截面與包括第二翼樑截面(具多個第二板材)的第二縱向葉片截面的步驟。

【0053】單一樹脂灌注與固化程序亦可包含藉由以樹脂灌注第一及/或第二葉片截面的纖維鋪層並固化樹脂以形成第一及/或第二葉片截面的葉片外殼的步驟。

【0054】本申請案中所述樹脂灌注可包含真空輔助樹脂灌注。

【0055】參考本發明的風力渦輪機葉片所述實施例與特徵準用於本發明的方法。

【0056】本發明的另外可行實施或替代解決方法亦涵括未就以上或以下實施例而於本文明顯描述的特徵組合。熟諳此藝者亦可添加個別或獨立態樣與特徵至本發明的最基本形式。

【圖式簡單說明】

【0057】併同隨附圖式及後續描述與附屬請求項將易於了解本發明的另外實施例、特徵與優點，其中：

圖 1 顯示依據一實施例的風力渦輪機；

圖 2 顯示依據第一實施例的圖 1 的風力渦輪機的葉片的兩板材的剖面圖；

圖 3 顯示依據第二實施例的圖 1 的風力渦輪機的葉片的兩板材的剖面圖；

圖 4 顯示依據第三實施例的圖 1 的風力渦輪機的葉片的兩板材的剖面圖；

圖 5 顯示依據一實施例的圖 1 的風力渦輪機的葉片的翼樑元件的剖面圖，該翼樑元件包括圖 2 所示之兩板材；

圖 6 顯示圖解用於製造依據一實施例的圖 1 的風力渦輪機的葉片的方法的流程圖；

圖 7 顯示圖解用於製造依據另一實施例的圖 1 的風力渦輪機的葉片的方法的流程圖。

除非另有指陳，圖式中之類似的元件符號表示類似或功能等效的元件。

【實施方式】

【0058】圖 1 顯示依據一實施例的風力渦輪機 1。風力渦輪機 1 包括轉子 2，其具有連接至輪轂 4 的一個以上葉片 3。輪轂 4 連接至配置於機艙 5 內的發電機(未顯示)。在風力渦輪機 1 操作期間，葉片 3 受風驅動而轉動且機艙 5 中的發電機將風的動能轉換為電能。機艙 5 配置於風力渦輪機 1 的塔架 6 上端。塔架 6 立於基礎 7 上使得水泥基礎或單樁被驅動入地或海床中。

【0059】圖 2 顯示依據第一實施例的圖 1 的風力渦輪機 1 的葉片 3 的兩板材 8 與 9 的剖面圖。兩板材 8、9 的第一板材 8 可係葉片 3 的第一翼樑截面 10 的部分(圖 5)。此外，第二板材 9 可係葉片 3 的第二翼樑截面 11 的部分。

【0060】第一與第二板材 8、9 尤其係在縱向 L1 上延伸的縱向元件(圖 2)。板材 8、9 的縱向 L1 係例如平行於葉片 3 的縱向 L2(圖 1)。

【0061】兩板材 8、9 藉由對接接頭 14(圖 5)在接合表面 12、13 處(圖 2)於板材 8、9 的縱向 L1 上彼此接合。尤其是在對接接頭 14 中第一板材 8 的第一接合表面 12

與第二板材 9 的第二接合表面 13 接合。圖 2 顯示接合程序前的兩板材 8、9。圖 5 顯示在對接接頭 14 中兩板材 8、9 彼此接合。

【0062】為避免接頭 14 周圍的高應變集中，每一板材 8、9 包括一楔形部分 15、16，其包括例如發泡材料 17。尤其是第一板材 8 包括具楔形凹槽 19 的第一主要部分 18。此外，第一板材 8 包括填充凹槽 19 的楔形部分 15。楔形部分 15 尤其完全填充凹槽 19。此外，第二板材 9 包括具楔形凹槽 21 的第二主要部分 20。此外，第二板材 9 包括尤其完全填充凹槽 21 的楔形部分 16。

【0063】第一楔形部分 15 包括第一板材 8 的第一接合表面 12。此外，第二楔形部分 16 包括第二板材 9 的第二接合表面 13。亦即第一與第二板材 8、9 係藉由在對接接頭 14 中的接合表面 12、13 處接合第一與第二楔形部分 15、16 而彼此接合(圖 5)。

【0064】為了傳遞負載至較大面積的周圍材料，楔形部分 15、16 漸縮。尤其是第一楔形部分 15 自其接合表面 12 在遠離其接合表面 12 的方向 D1 上漸縮。此外，第二楔形部分 16 自其接合表面 13 在遠離其接合表面 13 的方向 D2 上漸縮。方向 D1、D2 平行於板材 8、9 的縱向配置。

【0065】由於楔形部分 15、16 在長度 A1、A2 上漸縮且由於楔形部分 15、16 的材料剛度小於主要部分 18、20 的材料剛度，故來自各自主要部分 18、20 的負載可透過各自楔形部分 15、16 的整個長度 A1、A2 傳遞至周

圍材料。例如圖 2 所示，第一與第二楔形部分 15、16 的材料的彈性模數 E_{1x} 小於主要部分 18、20 的材料的彈性模數 E_{2x} ，彈性模數 E_{1x} 與 E_{2x} 係縱向(亦即圖 2 中的 X 方向)上的彈性模數。

【0066】例如葉片 3 的翼樑元件 22(圖 5)包括配置於堆疊 28 中的板材的數個層 23、24、25、26、27。接著負載可於對接接頭 14 處在第一楔形部分 15 的長度 A1(圖 2)及第二楔形部分 16 的長度 A2 上自翼樑元件 22 的第一層 23 傳遞至第二層 24。

【0067】在圖 2 所示實施例中，如沿著縱向 L1 上的剖面所見，楔形部分具有等腰三角形 29 的形狀。尤其是第一楔形部分 15 的接合表面 12 形成等腰三角形 29 的底 30。此外，第一楔形部分 15 包括兩漸縮表面 31，其如沿著縱向 L1 上的剖面所見形成等腰三角形 29 的兩腰 32。本實施例中的楔形部分 15、16 亦可稱之為雙楔形部分，因為其等各包括在遠離各自接合表面 12、13 的方向 D1、D2 上漸縮的兩漸縮表面 31。

【0068】具有具等腰三角形 29 剖面的楔形部分 15、16 允能在接合介面 14 處例如均等傳遞負載至兩板材 8、9 上方層與兩板材 8、9 下方層。例如圖 5 所示，負載可於翼樑元件 22 的第二層 24 的接合介面 114 處均等傳遞至上方層 23(亦即第一層 23 的第二板材 9)與下方層 25(亦即第三層 25 的第一板材 208)。

【0069】為了製備板材 8、9 的主要部分 18、20(圖 2)，可藉由接合兩縱向元件 33 而製造每一主要部分

18、20，如分割圖 2 中的第一主要部份 18 的虛線所例示。自兩獨立縱向元件 33 製造主要部分 18、20 允能利於機械加工主要部分 18、20 的凹槽 19、21。

【0070】圖 3 顯示依據第二實施例的圖 1 的風力渦輪機 1 的葉片 3 的兩板材 8'、9' 的剖面圖。每一板材 8'、9' 包括一主要部分 18'、20'，其具有楔形凹槽 19'、21' 及填充各自楔形凹槽 19'、21' 的楔形部分 15'、16'。楔形部分 15'、16' 包括較主要部分 18'、20' 的材料剛度小的材料，例如發泡材料。

【0071】第二實施例的板材 8'、9' 異於第一實施例的板材 8、9 之處在於楔形部分 15'、16' 的楔形凹槽 19'、21' 的形狀不同。尤其是如沿著縱向 L1 上的剖面所見，圖 3 中的每一楔形部分 15'、16' 具有直角三角形 34 的形狀。如沿著縱向 L1 上的剖面所見，楔形部分 15'、16' 的接合表面 12'、13' 各係各自直角三角形 34 的直角邊。

【0072】此外，如沿著縱向 L1 上的剖面所見，每一楔形部分 15'、16' 包括在遠離各自接合表面 12'、13' 的方向 D1、D2 上漸縮的單一漸縮表面 35、36。漸縮表面 35、36 各形成直角三角形 34 的斜邊 37、38。

【0073】在第二實施例中(圖 3)，第一板材 8' 的楔形部分 15' 與第二板材 9' 的楔形部分 16' 相對於對稱軸 C1 彼此對稱配置。對稱軸 C1 平行於接合表面 12'、13' 配置。

【0074】因此，第一楔形部分 15' 的漸縮表面 35 與第二楔形部分 16' 的漸縮表面 36 面向相同方向。在圖 3 所示實例中，漸縮表面 35、36 兩者面向圖 3 底部。在其他實例中，對稱配置亦可包含兩者均面向圖 3 頂部的漸縮表面 35、36。

【0075】具有彼此對稱配置的直角三角形 34 剖面的楔形部分 15'、16'，允能於接頭介面處主要及/或僅傳遞負載至兩板材 8'、9' 上方層或兩板材 8'、9' 下方層。

【0076】圖 4 顯示依據第三實施例的圖 1 的風力渦輪機 1 的葉片 3 的兩板材 8''、9'' 的剖面圖。第三實施例(圖 4)係第二實施例(圖 3)的變形例且以下主要描述其與第二實施例的差異。

【0077】如同第二實施例，每一板材 8''、9'' 包括一主要部分 18''、20''，其具有楔形凹槽 19''、21'' 及填充各自楔形凹槽 19''、21'' 的楔形部分 15''、16''。楔形部分 15''、16'' 包括較主要部分 18''、20'' 的材料剛度小的材料，例如發泡材料。

【0078】如同第二實施例，如沿著縱向 L1 上的剖面所見，每一楔形部分 15''、16'' 具有直角三角形 34' 的形狀。

【0079】對比於第二實施例，楔形部分 15''、16'' 彼此非對稱配置。尤其是第一板材 8'' 的楔形部分 15'' 與第二板材 9'' 的楔形部分 16'' 相對於與接合表面 12''、13'' 平行的軸 C2 非對稱配置。

【0080】在圖 4 所示實例中，第一楔形部分 15”的漸縮表面 35’(斜邊 37’)面向圖 4 底部且第二楔形部分 16”的漸縮表面 36’(斜邊 38’)面向圖 4 頂部。在其他實例中，該配置可顛倒，使得漸縮表面 35’面向圖 4 頂部且漸縮表面 36’面向圖 4 底部。

【0081】如圖 2 中楔形部分 15 之例示，楔形部分 15 的漸縮比可界定為楔形部分 15 的厚度 T 與楔形部分 15 的長度 A1 的比。每一楔形部分 15、16、15’、16’、15”、16”的漸縮比可係 1：3 以下、1：4 以下、1：10 以下及/或 1：100 以下。

【0082】圖 5 顯示葉片 3 的翼樑元件 22(圖 1)，包括第一翼樑截面 10 與第二翼樑截面 11。第一與第二翼樑截面 10、11 在葉片 3 的縱向 L2 上分割翼樑元件 22(圖 1)。例如在葉片係自一個以上長形葉片截面組裝的情況下(未顯示)，葉片 3 的翼樑元件(諸如翼樑元件 22)亦可自兩個以上長形翼樑截面(諸如翼樑截面 10、11)組裝而成。在此情況下，第一葉片截面(未顯示)可包括第一翼樑截面 10 且第二葉片截面(未顯示)可包括第二翼樑截面 11。

【0083】如圖 5 所示，第一翼樑截面 10 包含配置於堆疊 28 中的多個第一板材 8、108、208、308、408。此外，第二翼樑截面 11 包含配置於堆疊 28 中的多個第二板材 9、109、209、309、409。在圖 5 之實例中，每一板材 8 至 408 與 9 至 409 包括楔形部分 15、16，諸如圖 2 中所示楔形部分。在其他實例中，在圖 5 中的板材 8

至 408 與 9 至 409 的一個以上或所有楔形部分亦可具有如圖 3 與 4 中所示形狀及/或配置。尤其是板材的堆疊 28 的最上層 23 可包括板材 8'、9'，其具有如圖 3 所示塑形與配置的楔形部分 15'、16'。尤其是斜面 37、38 可面向第二層 24。在此情況下，在第一層 23 的各自對接接頭處的負載會主要及/或僅傳遞至第二層 24(圖 5)。類似地，板材的堆疊 28 的最下層 27 可包括具有如圖 3 所示塑形與配置的楔形部分，但斜面 37、38 面向第二最低層 26。

【0084】第二翼樑截面 11 與第一翼樑截面 10 係藉由多個第一板材 8 至 408 與多個第二板材 9 至 409 之間的多個對接接頭 14、114、214、314、414 接合。多個第一與多個第二板材 8 至 408 與 9 至 409 的多個對接接頭 14、114、214、314、414 係相對於板材的縱向 L1 配置於交錯位置 P1、P2、P3、P4、P5 處。尤其是翼樑元件 22 的特定層的對接接頭，諸如層 24 的對接接頭 114，係相對於自層 23 的對接接頭 14 正上方偏移且自層 24 正下方的層 25 的對接接頭 214 偏移的縱向 L1 配置。藉由在交錯位置處 P1 至 P5 具有不同層 23、24、25、26、27 的對接接頭 14、114、214、314、414，達成提供兩翼樑截面 10、11 的較強接頭的非單調變化接合線。

【0085】以下就圖 6 與 7 描述用於製造風力渦輪機 1 的風力渦輪機葉片 3 的方法。

【0086】在該方法的第一步驟 S1 中，提供板材 8、9 的主要部分 18、20。尤其是將主要部份 18、20 的每一

者機械加工成具有各自凹槽 19、21。此外，提供各自適配於凹槽 19、21 中的楔形部分 15、16。主要部分 18、20 各包括乾或半乾纖維鋪層。接著藉由以樹脂灌注纖維鋪層且固化樹脂使得各自板材 8、9 的每一者的主要部分 18、20 與楔形部分 15、16 彼此接合。

【0087】在該方法的第二步驟 S2 中，藉由對接接頭 14 在板材 8、9 的接合表面 12、13 處的板材 8、9 的縱向 L1 上使得板材 8、9 彼此接合。例如兩板材 8、9 各包括在接合區 B 中的纖維鋪層(圖 5)且藉由以樹脂灌注纖維鋪層且固化樹脂而彼此接合。

【0088】步驟 S1 與 S2 可於後續施行，使得在步驟 S1 中預製板材 8、9 且在步驟 S2 中使得預製的板材 8、9 彼此接合。

【0089】或者在單一樹脂灌注與固化處理中施行步驟 S1 與 S2。在此情況下，主要部分 18、20 與楔形部分 15、16 係藉由例如繩、帶、纖維及/或黏著劑暫時附接至各自主要部分 18、20。

【0090】作為一實例，已描述用於圖 2 中所示板材 8、9 的方法。但該方法亦可於圖 2 中所示板材 8'、9' 或圖 3 中所示板材 8''、9''。

【0091】該方法的步驟 S1 中提供的第一與第二板材 8、9 亦可係第一與第二翼樑截面 10、11 的部分(圖 5)。

【0092】在此情況下，在步驟 S11' 中(圖 7)，所提供的第二翼樑截面 10 包含配置於堆疊 28 中的多個第一板材 8、108、208、308、408(亦即多個第一主要部分 18

與多個第一楔形部分 15)。在步驟 S11'中，例如藉由纖維疊層的樹脂灌注與樹脂固化將每一主要部分 18 與一對應楔形部分 15 接合。

【0093】此外，在步驟 S11'中，所提供的第二翼樑截面 11 包含配置於堆疊 28 中的多個第二板材 9、109、209、309、409(亦即多個第二主要部分 20 與多個第二楔形部分 16)。在步驟 S11'中，例如藉由纖維疊層的樹脂灌注與樹脂固化將每一主要部分 20 與一對應楔形部分 16 接合。

【0094】在步驟 S12'中，例如藉由纖維疊層的樹脂灌注與樹脂固化將第一翼樑截面 10 的多個層 23、24、25、26、27 彼此接合。此外，在步驟 S12'中，例如藉由纖維疊層的樹脂灌注與樹脂固化將第二翼樑截面 11 的多個層 23、24、25、26、27 彼此接合。

【0095】接著在步驟 S2'中，藉由多個對接接頭 14、114、214、314、440 分別接合多個第一板材 8 至 408 與多個第二板材 9 至 409 使得第一翼樑截面 10 與第二翼樑截面 11 接合。

【0096】可於後續施行步驟 S11'、S12'與 S2'，使得在步驟 S11'中預製板材 8 至 408 與 9 至 409，在步驟 S12'中，第一翼樑截面 10 的預製板材 8-408 彼此接合且第二翼樑截面 11 的預製板材 9 至 409 彼此接合，及在步驟 S2'中，預製第一翼樑截面 10 與預製第二翼樑截面 11 接合。

【0097】或者，步驟 S11' 與 S12' 或步驟 S12' 與 S2' 或步驟 S11'、S12' 與 S2' 全部可於單一樹脂灌注與固化程序中施行。若步驟 S11' 與步驟 S12' 同時施行，則主要部分 18、20 與楔形部分 15、16 可提供為完全獨立元件或者楔形部分 15、16 可藉由例如繩、帶、纖維及/或黏著劑暫時附接至各自主要部分 18、20。

【0098】此外，步驟 S11'、S12' 與 S2' 的一個以上或全部翼可併同樹脂灌注與固化程序施行，用於形成葉片 3 的葉片外殼(未顯示)及/或用於接合葉片 3 的翼樑元件 22 與葉片外殼。

【0099】雖已依據較佳實施例描述本發明，熟諳此藝者很明顯地可於所有實施例中做修改。

【符號說明】

【0100】

- 1: 風力渦輪機
- 2: 轉子
- 3: 葉片
- 4: 輪轂
- 5: 機艙
- 6: 塔架
- 7: 基礎
- 8: 第一板材
- 8': 第一板材
- 8'': 第一板材
- 9: 第二板材

- 9': 第二板材
- 9'': 第二板材
- 10: 第一翼樑截面
- 11: 第二翼樑截面
- 12: 第一接合表面
- 12': 第一接合表面
- 12'': 第一接合表面
- 13: 第二接合表面
- 13': 第二接合表面
- 13'': 第二接合表面
- 14: 對接接頭
- 15: 楔形部分
- 15': 楔形部分
- 15'': 楔形部分
- 16: 楔形部分
- 16': 楔形部分
- 16'': 楔形部分
- 17: 發泡材料
- 18: 第一主要部分
- 18': 主要部分
- 18'': 主要部分
- 19: 楔形凹槽
- 19': 楔形凹槽
- 19'': 楔形凹槽
- 20: 第二主要部分

- 20': 主要部分
- 20'': 主要部分
- 21: 楔形凹槽
- 21': 楔形凹槽
- 21'': 楔形凹槽
- 22: 翼樑元件
- 23: 最上層
- 24: 第二層
- 25: 第三層
- 26: 次下層
- 27: 最下層
- 28: 堆疊
- 29: 等腰三角形
- 30: 底
- 31: 漸縮表面
- 32: 腰
- 33: 縱向元件
- 34: 直角三角形
- 34': 直角三角形
- 35: 漸縮表面
- 35': 漸縮表面
- 36: 漸縮表面
- 36': 漸縮表面
- 37: 斜邊
- 37': 斜邊

38:斜邊

38':斜邊

108:第一板材

109:第二板材

114:對接接頭

208:第一板材

209:第二板材

214:對接接頭

308:第一板材

309:第二板材

314:對接接頭

408:第一板材

409:第二板材

414:對接接頭

A1:長度

A2:長度

B:接合區

C1:對稱軸

C2:軸

D1:方向

D2:方向

E_{1x} :彈性模數

E_{2x} :彈性模數

L1:縱向

L2:縱向

P1:交錯位置

P2:交錯位置

P3:交錯位置

P4:交錯位置

P5:交錯位置

S1:第一步驟

S2:第二步驟

S2':步驟

S11':步驟

S12':步驟

T:厚度

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】一種風力渦輪機葉片(3)，其包括兩板材(8、9)，其等在該等板材(8、9)的縱向(L1)上藉由對接接頭(14)於接合表面(12、13)處彼此接合，其中

每一板材(8、9)包括具有一楔形凹槽(19、21)的一主要部分(18、20)及填充該凹槽(19、21)的一楔形部分(15、16)，

每一楔形部分(15、16)具有該等接合表面(12、13)的一各自一者且自其接合表面(12、13)於遠離其接合表面(12、13)的方向(D1、D2)上漸縮，及

該等楔形部分(15、16)的材料的剛度小於該等主要部分(18、20)的材料的剛度。

【請求項 2】如請求項 1 之風力渦輪機葉片，其中沿著該縱向(L1)的剖面中可見每一楔形部分(15、16)具有一等腰三角形(29)的形狀，而其接合表面(12、13)係該等腰三角形(29)的底(30)。

【請求項 3】如請求項 1 之風力渦輪機葉片，其中如在沿著該縱向(L1)的剖面中所見，每一楔形部分(8'、9'、8''、9'')具有一直角三角形(34、34')的形狀，而其接合表面(12'、13'、12''、13'')係該直角三角形(34、34')的直角邊。

【請求項 4】如請求項 3 之風力渦輪機葉片，其中該兩板材(8'、9')的一第一者(8')的該楔形部分(15')與該兩板材(8'、9')的一第二者(9')的該楔形部分(16')相對於一對稱軸(C1)對稱配置，該對稱軸(C1)平行於該等接合

表面(12'、13')。

【請求項 5】如請求項 3 之風力渦輪機葉片，其中該兩板材(8"、9")的一第一者(8")的該楔形部分(15")與該兩板材(8"、9")的一第二者(9")的該楔形部分(16")相對於一軸(C2)非對稱配置，該軸(C2)平行於該等接合表面(12"、13")。

【請求項 6】如請求項 1 至 5 中之一項之風力渦輪機葉片，其中該等板材(8、9)的該等主要部分(18、20)包括碳纖維及/或玻璃纖維。

【請求項 7】如請求項 1 至 5 中之一項之風力渦輪機葉片，其中該等板材(8、9)的該等楔形部分(15、16)包括發泡材料、封胞發泡材料、聚合發泡體、PET 發泡體、PVC 發泡體、PUR 發泡體、木材及/或輕木。

【請求項 8】如請求項 1 至 5 中之一項之風力渦輪機葉片，其中每一楔形部分(15、16)自其接合表面(12、13)於遠離其接合表面(12、13)的方向(D1、D2)上以 1：3 以下的比例漸縮。

【請求項 9】如請求項 1 至 5 中之一項之風力渦輪機葉片，其中每一楔形部分(15、16)自其接合表面(12、13)於遠離其接合表面(12、13)的方向(D1、D2)上以 1：4 以下的比例漸縮。

【請求項 10】如請求項 1 至 5 中之一項之風力渦輪機葉片，其中每一楔形部分(15、16)自其接合表面(12、13)於遠離其接合表面(12、13)的方向(D1、D2)上以 1：10 以下的比例漸縮。

【請求項 11】如請求項 1 至 5 中之一項之風力渦輪機葉片，其中每一楔形部分(15、16)自其接合表面(12、13)於遠離其接合表面(12、13)的方向(D1、D2)上以 1：100 以下的比例漸縮。

【請求項 12】如請求項 1 至 5 中之一項之風力渦輪機葉片，其中

接合的該兩板材(8、9)包括一第一板材(8)與一第二板材(9)，及

該風力渦輪機葉片(3)包括一第一翼樑截面(10)及一第二翼樑截面(11)，該第一翼樑截面(10)包含配置於一堆疊(28)中的多個該第一板材(8、108、208、308、408)，該第二翼樑截面(11)包含配置於一堆疊(28)中的多個該第二板材(9、109、209、309、409)，該第二翼樑截面(11)藉由該多個第一板材(8、108、208、308、408)與該多個第二板材(9、109、209、309、409)之間的多個對接接頭(14、114、214、314、414)接合至該第一翼樑截面(10)。

【請求項 13】如請求項 12 之風力渦輪機葉片，其中該多個第一與多個第二板材(8、108、208、308、408、9、109、209、309、409)的該多個對接接頭(14、114、214、314、414)係相對於該等板材(8、108、208、308、408、9、109、209、309、409)的該縱向(L1)配置於交錯位置(P1、P2、P3、P4、P5)處。

【請求項 14】一種用於製造一風力渦輪機葉片(3)的方法，其包括以下步驟：

提供(S1)兩板材(8、9)，每一板材(8、9)包括具有一楔形凹槽(19、21)的一主要部分(18、20)及填充該凹槽(19、21)的一楔形部分(15、16)，其中每一楔形部分(15、16)具有一接合表面(12、13)且自其接合表面(12、13)於遠離其接合表面(12、13)的方向(D1、D2)上漸縮，及該等楔形部分(15、16)的材料的剛度小於該等主要部分(18、20)的材料的剛度，及

在該等板材(8、9)的縱向(L1)上藉由對接接頭(14)於該等接合表面(12、13)處使該兩個板材(8、9)彼此接合(S2)。

【請求項 15】如請求項 14 之方法，其中該等板材(8、9)的該等主要部分(18、20)包括一纖維鋪層，及藉由以樹脂灌注該纖維鋪層且固化該樹脂而使一各自板材(8、9)的該主要部分(18、20)與該楔形部分(15、16)彼此接合。

【請求項 16】如請求項 14 之方法，其中該兩個板材(8、9)包括在一接合區(B)中的一纖維鋪層，並且藉由以樹脂灌注該纖維鋪層且固化該樹脂而彼此接合(S2)。

【請求項 17】如請求項 15 之方法，其中該兩個板材(8、9)包括在一接合區(B)中的一纖維鋪層，並且藉由以樹脂灌注該纖維鋪層且固化該樹脂而彼此接合(S2)。

【請求項 18】如請求項 14 至 17 中之一項之方法，其中該兩板材(8、9)包括一第一板材(8)與一第二板材(9)，且該方法包括以下步驟：

提供(S11'、S12')一第一翼樑截面(10)，其包含配

置於一堆疊(28)中的多個該第一板材(8、108、208、308、408)，

提供(S11'、S12')一第二翼樑截面(11)，其包含配置於一堆疊(28)中的多個該第二板材(9、109、209、309、409)，及

藉由以該多個對接接頭(14、114、214、314、414)接合該多個第一與第二板材(8、108、208、308、408、9、109、209、309、409)而接合(S2')該第一翼樑截面(10)與該第二翼樑截面(11)。

【請求項 19】如請求項 14 至 17 中之一項之方法，其中在一單一樹脂灌注與固化程序中：

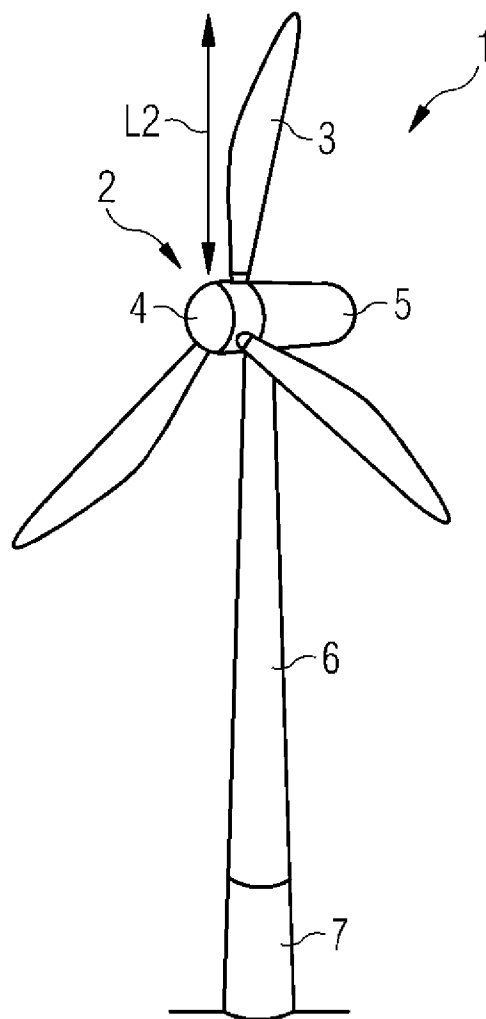
將該兩板材(8、9)的一第一者(8)或該多個第一板材(8、108、208、308、408)的每一者的該主要部分(18)與該楔形部分(15)彼此接合(S1、S11')，

將該兩板材(8、9)的一第二者(9)或該多個第二板材(9、109、209、309、409)的每一者的該主要部分(20)與該楔形部分(16)彼此接合(S1、S11')，及/或

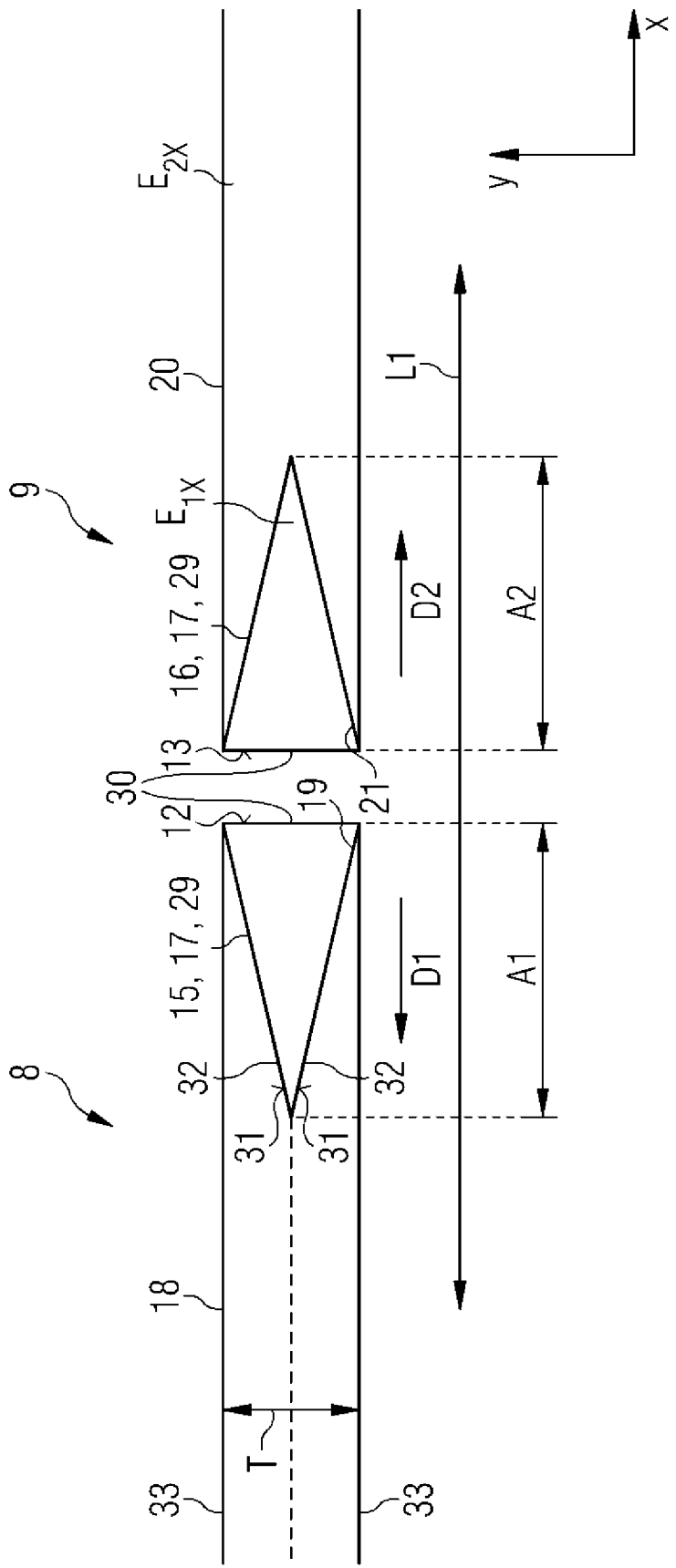
將該兩板材(8、9)的該第一者(8)與該第二者(9)彼此接合(S2)或將該多個第一板材(8、108、208、308、408)與該多個第二板材(9、109、209、309、409)接合(S2')。

【發明圖式】

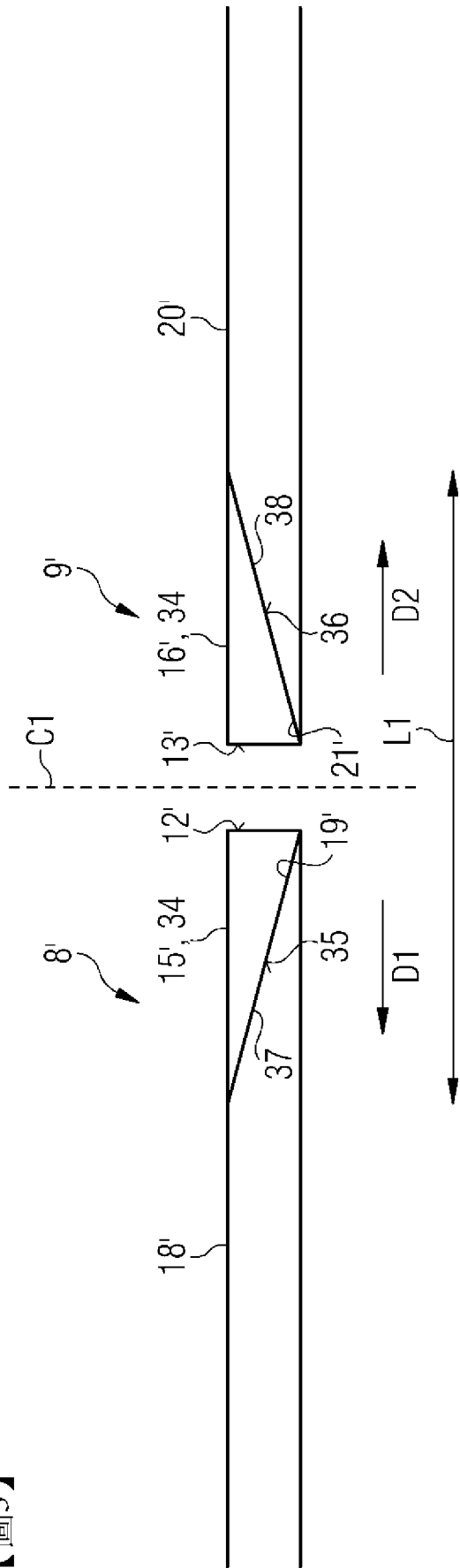
【圖1】



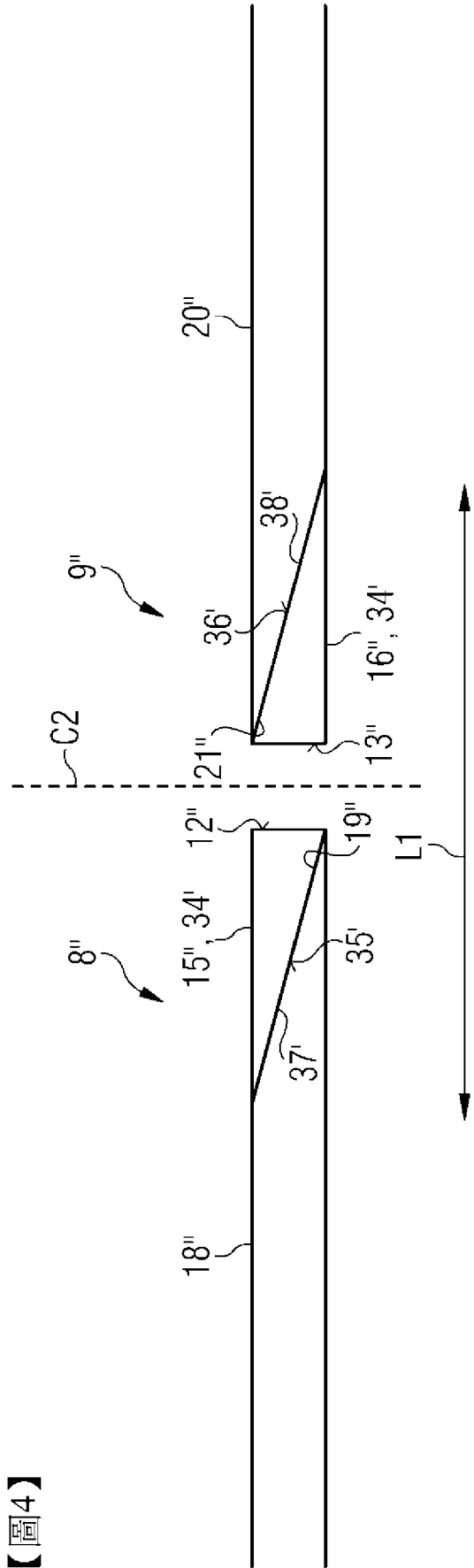
【圖2】



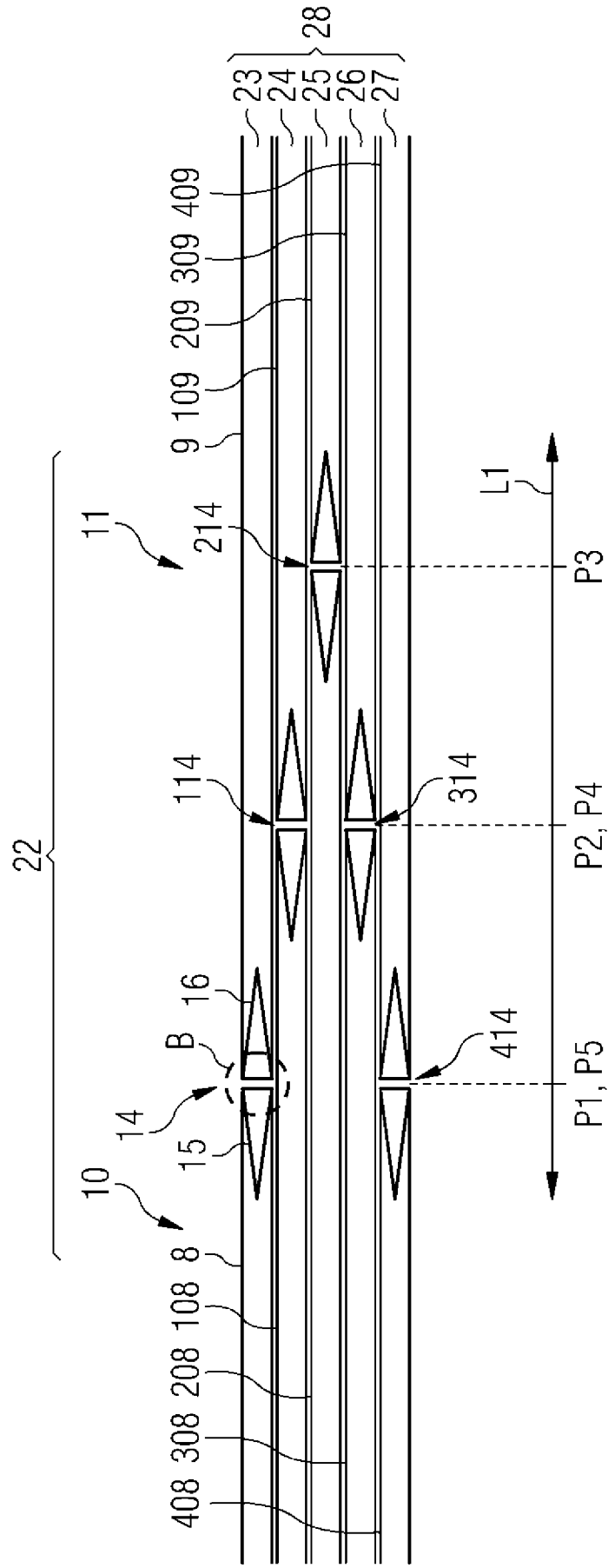
【圖3】



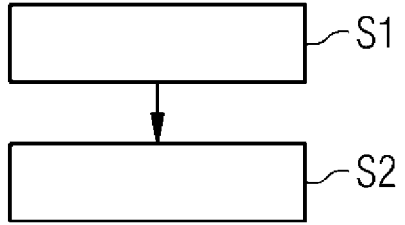
【圖4】



【圖5】



【圖6】



【圖7】

