



(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 I762162 B

(45) 公告日：中華民國 111 (2022) 年 04 月 21 日

(21) 申請案號：110102772

(22) 申請日：中華民國 110 (2021) 年 01 月 26 日

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

F03D80/30 (2016.01)

(30) 優先權：2020/02/26 日本

2020-030070

(71) 申請人：日商三菱重工業股份有限公司 (日本) MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.
(JP)

日本

(72) 發明人：岡野靖 OKANO, YASUSHI (JP) ; 柴田昌明 SHIBATA, MASAOKI (JP)

(74) 代理人：林志剛

(56) 參考文獻：

JP 2014-148984A

US 2014/0093378A1

審查人員：周修平

申請專利範圍項數：14 項 圖式數：13 共 37 頁

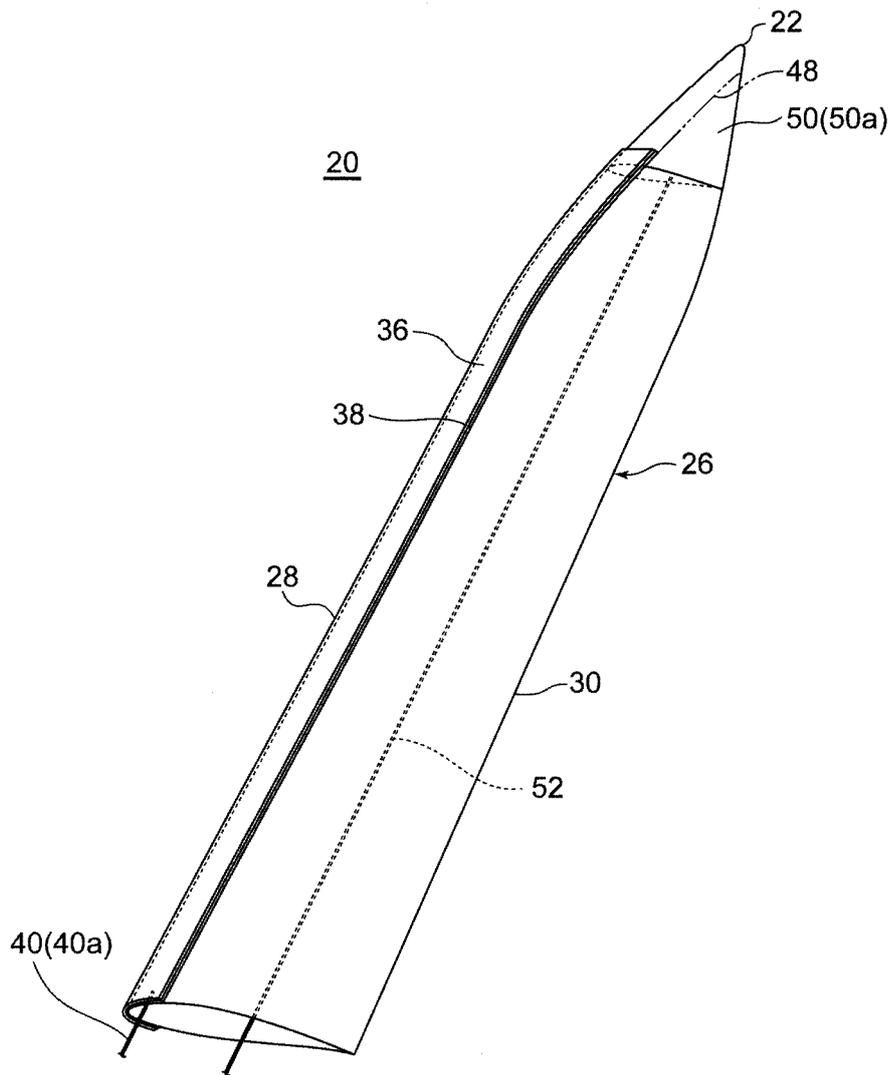
(54) 名稱

風車葉片

(57) 摘要

為了將雷擊電流從被覆在風車葉片的表面之耐腐蝕膜迅速地除去而抑制耐腐蝕膜的損傷。提供一種風車葉片，係具備葉片主體、第 1 熱噴塗層、第 2 熱噴塗層及第 1 導電部，葉片主體是從葉根朝向葉前端沿著葉片長度方向延伸，第 1 熱噴塗層，是設置成覆蓋葉片主體中之至少葉前端側的前緣且用於抑制葉片主體之前緣的腐蝕，第 2 熱噴塗層，是設置在葉片主體和第 1 熱噴塗層之間且電阻率比第 1 熱噴塗層更小，第 1 導電部是將第 2 熱噴塗層與大地電氣連接。

指定代表圖：



符號簡單說明：

20:風車葉片

22:葉前端

26:葉片主體

28:前緣

30:後緣

36:熱噴塗膜(第1熱噴塗層)

38:熱噴塗膜(第2熱噴塗層)

40(40a):引下線

48:二點鏈線

50(50a):尖端接收器

52:導電部(第2導電部)

【圖 3】



I762162

【發明摘要】**【中文發明名稱】**

風車葉片

【中文】

為了將雷擊電流從被覆在風車葉片的表面之耐腐蝕膜迅速地除去而抑制耐腐蝕膜的損傷。

提供一種風車葉片，係具備葉片主體、第1熱噴塗層、第2熱噴塗層及第1導電部，葉片主體是從葉根朝向葉前端沿著葉片長度方向延伸，第1熱噴塗層，是設置成覆蓋葉片主體中之至少葉前端側的前緣且用於抑制葉片主體之前緣的腐蝕，第2熱噴塗層，是設置在葉片主體和第1熱噴塗層之間且電阻率比第1熱噴塗層更小，第1導電部是將第2熱噴塗層與大地電氣連接。

【指定代表圖】第(3)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

20:風車葉片

22:葉前端

26:葉片主體

28:前緣

30:後緣

36:熱噴塗膜(第1熱噴塗層)

38:熱噴塗膜(第2熱噴塗層)

40(40a):引下線

48:二點鏈線

50(50a):尖端接收器

52:導電部(第2導電部)

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

風車葉片

【技術領域】

【0001】本發明係關於風車葉片。

【先前技術】

【0002】利用風力之風力發電裝置，為了在風車葉片等遭受雷擊的情況防止風車葉片的損傷，係在風車葉片設置接收器而欲讓接收器受到雷擊，並讓雷擊電流朝向大地部流動(參照專利文獻1)。另一方面已知，風車葉片，受空氣中的異物(例如，雨滴、塵埃等)碰撞而被侵蝕，會在前緣側產生所謂腐蝕。因此，採取在風車葉片形成耐腐蝕用的保護膜等之對策。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0003】

[專利文獻1]日本特許第6421078號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

【0004】在風車葉片被覆金屬製之耐腐蝕膜的情況，因為金屬製之被膜是曝露在風車葉片的表面，有誘雷部之

接收器未受雷擊而在耐腐蝕膜受到雷擊的機率變高的疑慮。因此，有耐腐蝕膜因雷擊所致的衝擊、帶電所致的溫度上升等而發生損傷(熔損、剝離、龜裂等)的疑慮。

【0005】本發明是有鑑於上述問題而開發完成的，其目的在於，當被覆在風車葉片的表面之耐腐蝕膜遭受雷擊的情況，從耐腐蝕膜將雷擊電流迅速地釋放而抑制耐腐蝕膜的損傷。

[解決問題之技術手段]

【0006】為了達成上述目的，本發明的風車葉片係具備：葉片主體、第1熱噴塗層、第2熱噴塗層及第1導電部，前述葉片主體是從葉根朝向葉前端沿著葉片長度方向延伸，前述第1熱噴塗層，是設置成覆蓋前述葉片主體中之至少前述葉前端側的前緣且用於抑制前述葉片主體之前述前緣的腐蝕，前述第2熱噴塗層，是設置在前述葉片主體和前述第1熱噴塗層之間且電阻率比前述第1熱噴塗層更小，前述第1導電部是將前述第2熱噴塗層與大地電氣連接。在此，「大地(ground)」是指：在設置於陸地上或海洋上之風車葉片中，讓在風車葉片產生之雷擊電流等的電流最終放電的場所。

[發明之效果]

【0007】依據本發明的風車葉片，因為在作為耐腐蝕膜之第1熱噴塗層和葉片主體之間形成有電阻率小的第2熱

噴塗層，在第1熱噴塗層帶電之雷擊電流可透過第2熱噴塗層朝向大地側迅速流動，藉此可抑制第1熱噴塗層、第2熱噴塗層及葉片主體的損傷。

【圖式簡單說明】

【0008】

[圖1]係顯示一實施形態的風力發電裝置之全體構成。

[圖2]係一實施形態的風車葉片之俯視圖。

[圖3]係顯示一實施形態的風車葉片之前端側部位之立體圖。

[圖4]係將圖2中的A部放大顯示之立體圖。

[圖5]係顯示熱噴塗被膜的楊氏模數、硬度和耐摩耗性、對於接合對象的攻擊性之相關關係。

[圖6]係將第1熱噴塗層候補材及第2熱噴塗層候補材的性質做比較的圖表。

[圖7]係將一實施形態的風車葉片之前緣側壁展開後的剖面圖。

[圖8A]係將一實施形態的風車葉片之前緣側壁展開後的剖面圖。

[圖8B]係將一實施形態的風車葉片之前緣側壁展開後的剖面圖。

[圖9]係將一實施形態的風車葉片之前緣側壁展開後的剖面圖。

[圖 10]係將一實施形態的風車葉片的一部分切斷之立體圖。

[圖 11]係顯示一實施形態的風車葉片之前端側部位的立體圖。

[圖 12]係一實施形態的盤式接收器(disc receptor)之剖面圖。

[圖 13]係一實施形態的盤式接收器之剖面圖。

【實施方式】

【0009】以下，參照所附圖式，針對本發明的一些實施形態做說明。但在該等實施形態所記載或圖式所示之構成零件的尺寸、材質、形狀及其相對的配置等，並非用於限定本發明的範圍，只不過是說明例而已。

例如、「在某個方向」、「沿著某個方向」、「平行」、「正交」、「中心」、「同心」或是「同軸」等之表示相對或絕對的配置之表現，不僅是嚴格地表示那樣的配置，還表示以公差、或是可獲得同樣功能的程度之角度、距離而相對位移的狀態。

例如，「同一」、「相等」及「均質」等之表示物事等同狀態的表現，不僅是嚴格地表示等同的狀態，還表示存在有公差、或是可獲得同樣功能的程度之差的狀態。

例如，四角形狀、圓筒形狀等的表示形狀的表現，不僅是表示幾何上嚴格的定義之四角形狀、圓筒形狀等的形狀，在可獲得相同效果的範圍內，還表示包含凹凸部、倒

角部等的形狀。

另一方面，「具備有」、「具有」、「具備」、「包含」或「有」一個構成要素之表現，並不是將其他構成要素的存在除外之排他性的表現。

【0010】圖1係顯示風力發電裝置10的全體構成。

如圖1所示般，一實施形態的風力發電裝置10係具備：至少1片的風車葉片20、供安裝風車葉片20之輪轂12、藉由輪轂12的旋轉而驅動之發電機(未圖示)、支承包含風車葉片20及輪轂12的轉子14之機艙16、支承機艙16之塔架18、設置在大地G上且支承塔架18之基座19。例如，複數(例如3片)的風車葉片20是以放射狀排列的方式安裝於輪轂12。各風車葉片20，是以輪轂12為中心而使葉前端22位於外徑側，且將葉根24固定在輪轂12。塔架18及基座19是豎立設置在陸地上或海洋上。又圖1所圖示的，是作為一實施形態而將風車葉片20設置在陸地上的情況。

【0011】在該風力發電裝置10，受風而使包含風車葉片20之轉子14旋轉，轉子14的旋轉輸入未圖示的發電機，而在該發電機產生電力。

【0012】接下來，參照圖1~圖4，針對一實施形態的風車葉片20做說明。圖2係一實施形態的風車葉片20之俯視圖。圖3係顯示圖2所示的葉片主體26之葉前端側部位的立體圖。圖4係顯示圖2所示之葉片主體26的前端部之立體圖。

如圖2所示般，風車葉片20係具備：從葉根24朝向葉

前端22沿著葉片長度方向延伸之葉片主體26。葉片主體26係具有：前緣28、後緣30、面對旋轉方向上游側之壓力面32、及面對旋轉方向下游側之負壓面34，且其橫剖面呈翼型。葉片主體26，例如係包含輕木(Balsa)等的木材、聚甲基丙烯酸亞胺(PMI)等的樹脂發泡體所構成之輕量芯材、或碳纖維強化塑膠、玻璃纖維強化塑膠等的纖維強化塑膠材而構成。

【0013】如圖3所示般，在風車葉片20的葉片主體26上，熱噴塗膜36(第1熱噴塗層)是設置成覆蓋葉片主體26中之至少葉前端22側的前緣28，藉此抑制前緣側部位的腐蝕。又在葉片主體26和熱噴塗膜36之間，設置電阻率比熱噴塗膜36更小之熱噴塗膜38(第2熱噴塗層)。熱噴塗膜38是與其另一端朝大地側延伸之導電部40(第1導電部)連接，熱噴塗膜38是透過導電部40而與大地G側電氣連接。

【0014】當熱噴塗膜36遭受雷擊的情況，因為在熱噴塗膜36的正下方存在有電阻率比熱噴塗膜36更小的熱噴塗膜38，在熱噴塗膜36帶電之雷擊電流可迅速地透過導電部40朝大地G側流動。藉此可抑制熱噴塗膜38的損傷。

【0015】在一實施形態，熱噴塗膜38是由比熱噴塗膜36的硬度更低且楊氏模數更低的材料所構成。圖5係顯示熱噴塗被膜的硬度及楊氏模數、和耐摩耗性及對於接合對象材的攻擊性之相關關係，是顯示在某個文獻的試驗結果。圖5顯示出，熱噴塗被膜的硬度及楊氏模數越小則對於接合對象之攻擊性越低，且熱噴塗被膜的耐摩耗性越大

則對於接合對象之攻擊性越高。上述文獻，作為熱噴塗材是選擇以Co為黏結劑之碳化鎢(WC)和Cr系的耐氧化材，實施比較試驗的結果獲得以下結論，接合對象材的摩耗重量越小則對於對象材之攻擊性越低，在熱噴塗被膜的楊氏模數及硬度和耐摩耗性及對於對象的攻擊性之間具有相關關係，熱噴塗被膜的硬度及楊氏模數越小則對於對象材之攻擊性越低。

【0016】再者，關於密合性存在許多的文獻，會對密合性造成影響的參數雖有多數個，但對於對象材之攻擊性低乃是提高密合性的要點之一。根據此結果，熱噴塗膜38因為比熱噴塗膜36的硬度更小且楊氏模數更小，對於葉片主體26的攻擊性低，而對於葉片主體26的密合性高。如此，藉由介入熱噴塗膜38，可抑制熱噴塗膜36從葉片主體26剝離或脫落。

【0017】在一實施形態，如圖3所示般，導電部40是由引下線(down conductor)40(40a)所構成。在熱噴塗膜36帶電之雷擊電流可透過熱噴塗膜38及引下線40(40a)迅速地朝大地G側流動。

又熱噴塗膜38雖沒有必要設置在熱噴塗膜36的整個區域，但藉由設置在熱噴塗膜36的整個區域，在熱噴塗膜36帶電的雷擊電流可透過熱噴塗膜38迅速地朝大地G側流動。

作為熱噴塗膜36及38的熱噴塗方法，例如可採用電漿熱噴塗法、高速火焰熱噴塗法(high velocity oxy-fuel：

HVOF)等的氣體式熱噴塗法。

【0018】圖6係顯示熱噴塗膜36及熱噴塗膜38的候補材之物性的一例。在本例，是以熱噴塗膜38的電阻率成為熱噴塗膜36之 $1/2$ 以下的方式來選擇構成熱噴塗膜36及38的材料。如此，可賦予用於將雷擊電流從熱噴塗膜36迅速地流動之導電性。熱噴塗膜38之熱噴塗前的材料呈現比熱噴塗後更低的電阻率。熱噴塗後，因為與電阻率高的熱噴塗膜36密合且受到熱噴塗所致之氣孔率增加的影響等而有電阻率上升的傾向，但仍能確保熱噴塗膜38的電阻率成為熱噴塗膜36的 $1/2$ 。在圖6所示的例子，熱噴塗膜38的候補材之楊氏模數為熱噴塗膜36的候補材之 $2/3$ 以下，如此，可提高對於葉片主體26的密合性。

【0019】因為腐蝕取決於葉片主體26的圓周速度，圓周速度快之葉片主體26的前端側最容易受腐蝕的影響，從前端側朝向葉根側變得不容易受腐蝕的影響。因此，熱噴塗的施工範圍是考慮葉片主體26的壽命而選定適切的圓周速度範圍來施工，可延長耐腐蝕的壽命。例如，作為一實施形態，熱噴塗膜36及38，是設置在葉片主體26的長度方向上從葉前端22到葉片主體26的長度之 $1/2$ 的區域之至少一部分。

【0020】例如，只要在葉片主體26的圓周速度為 50m/ 秒程度以上的範圍進行熱噴塗膜36及38的施工，可將葉片主體26的耐腐蝕壽命延長到實用上充分的壽命。或是，縱使限定為更高的圓周速度範圍，仍可將耐腐蝕的壽命延長

而獲得實用上充分的耐腐蝕性壽命，或是可削減耐腐蝕的維護費用。再者，結合在圓周速度低的部分使用以往的耐腐蝕被膜，可降低成本而獲得必要的壽命。

【0021】圖7~圖9分別顯示，將在內部具有中空部之葉片主體26的前緣側壁呈直線狀展開而沿著弦長(chord length)方向切斷之剖面圖。在一實施形態，如圖7所示般，導電部40係包含形成在葉片主體26的表面之金屬層40(40b)，金屬層40(40b)與熱噴塗膜38連接。金屬層40(40b)是由電阻率小的金屬材料所構成。藉由在葉片主體26的表面形成電阻率小的金屬層40(40b)，可提高熱噴塗膜38和導電部40間之導電路的導電性。藉此，在熱噴塗膜36帶電的雷擊電流可透過熱噴塗膜38及金屬層40(40b)迅速地朝大地G側流動。

【0022】再者，在一實施形態，如圖7所示般，金屬層40(40b)與引下線40(40a)連接，導電部40是由引下線40(40a)及金屬層40(40b)所構成。在熱噴塗膜36帶電的雷擊電流可透過熱噴塗膜38、金屬層40(40b)及引下線40(40a)迅速地朝大地G側流動。

【0023】金屬層40(40b)只要至少與熱噴塗膜38接觸即可，在圖7所示的實施形態，金屬層40(40b)是在葉片主體26的弦長方向上之熱噴塗膜38的長度之至少部分區域與熱噴塗膜38的下表面成為面接觸。藉此，可提高熱噴塗膜38和金屬層40(40b)間的導電性，因此在熱噴塗膜36帶電的雷擊電流可迅速地朝大地G側流動。

熱噴塗膜 38 和金屬層 40(40b) 的接觸面積是越大越好。例如，在圖 7 中，金屬層 40(40b) 之與熱噴塗膜 38 的下表面成為面接觸的區域之葉片長度方向上的長度 L_2 較佳為，相對於熱噴塗膜 38 之弦長方向的全長 L_1 成為 $L_1/3 \leq 2L_2$ ，如此般讓熱噴塗膜 38 和金屬層 40(40b) 重疊，可將熱噴塗膜 38 和金屬層 40(40b) 間的導電性維持於高水準。

【0024】在一實施形態，金屬層 40(40b) 是由銅、銅合金、鋁或鋁合金所構成。作為鋁合金，例如可運用杜拉鋁 (Duralumin)。因為金屬層 40(40b) 是由如此般電阻率小的材料所構成，在熱噴塗膜 36 帶電的雷擊電流可朝大地 G 側輕易地流動，而能提高在熱噴塗膜 36 帶電之雷擊電流的釋放效果。

【0025】在一實施形態，如圖 8A、圖 8B 及圖 9 所示般，金屬層 40(40b) 是由帶狀的金屬網格 (mesh) 或金屬箔所構成。這些圖所示的金屬層 40(40b)，作為一例是由金屬網格 40(40b-1) 所構成。依據這些實施形態，作為金屬層 40(40b)，藉由採用金屬箔或金屬網格 40(40b-1)，可進一步提高葉片主體 26 和金屬層 40(40b) 的接合強度。

圖 8A 所示的實施形態，係顯示熱噴塗膜 38 嵌入葉片主體 26 和金屬層 40(40b) 之間例子；圖 8B 所示的實施形態顯示，在一對的金屬層 40(40b) 端部間，以與金屬層 40(40b) 的厚度等同的厚度填充熱噴塗膜 38 的例子。在這些實施形態，可進一步提高葉片主體 26 和金屬層 40(40b) 的接合強度。

【0026】在一實施形態，如圖9所示般，係在葉片主體26和熱噴塗膜38之間形成底層42，透過底層42讓葉片主體26和熱噴塗膜38結合。藉由在葉片主體26和熱噴塗膜38之間介入底層42，可提高葉片主體26和熱噴塗膜38的接合強度。再者，藉由在葉片主體26和熱噴塗膜38之間設置底層42，不僅可提高黏著性，在將熱噴塗膜36、熱噴塗膜38在葉片主體26的表面進行熱噴塗時，還有可利用底層42來保護葉片主體26的好處。作為底層42，例如可使用樹脂等的非金屬系的熱噴塗材或其複合材。

【0027】在一實施形態，如圖10所示般，係在葉片主體26的表面形成凹部46，在凹部46形成金屬層40(40b)。未形成金屬層40(40b)之葉片主體26的表面和金屬層40(40b)的表面是形成無段差的連續面。藉此，可抑制在葉片主體26的表面產生無用的亂流，可抑制風車葉片20之空氣動力性能降低。又作為其他的實施形態，亦可在葉片主體26的表面形成凹部，該凹部不僅是金屬層40(40b)還能收容熱噴塗膜36及38，熱噴塗膜36的表面和葉片主體26的表面是形成無段差的連續面。圖10中的二點鏈線26a表示本實施形態之葉片主體26的表面。

【0028】在一實施形態，熱噴塗膜36是由包含氧化鋁、碳化鎢、氮化矽、碳化矽、氧化鋯或碳化鉻的至少一者之陶瓷金屬(cermet)、或是Co合金所構成。熱噴塗膜36因為是由如此般耐熱性、耐摩耗性優異的材料所構成，可發揮高耐腐蝕性能。

【0029】在一實施形態，熱噴塗膜38是由銅、銅合金、鋁或鋁合金(例如，杜拉鋁)所構成。熱噴塗膜38因為是由如此般電阻率小的材料所構成，在熱噴塗膜36帶電的雷擊電流可迅速地朝大地G側流動。再者，當熱噴塗膜38是由上述材料構成時，因為其硬度及楊氏模數比熱噴塗膜36更小，對於葉片主體26的攻擊性低，因此與葉片主體26的密合性高。因此，可抑制熱噴塗膜36從葉片主體26剝離或脫落。

【0030】在一實施形態，熱噴塗膜36及38的合計厚度成為200~2000 μm 。藉此，可保持基於熱噴塗膜36的耐腐蝕性能，且在葉片主體26的表面可將熱噴塗膜36及38緊湊地形成。因為還能以在其與葉片主體表面之間不產生段差的方式將厚度高精度地調整，在施工後也能將風車葉片的空氣動力性能維持於高水準。

【0031】熱噴塗膜36的厚度主要取決於風車葉片的前端圓周速度，熱噴塗膜38的厚度主要取決於電阻率的必要性、葉片主體表面的凹凸之吸收等。在一實施形態，將熱噴塗膜36的厚度設定在100~1000 μm 的範圍，將熱噴塗膜38的厚度設定在100~1000 μm 的範圍。藉此，熱噴塗膜36可確保足以對抗風車葉片前端圓周速度的耐腐蝕性能及被膜強度。熱噴塗膜38可讓電阻率降低而確保為了確保所需的導電率之剖面積。再者，起因於葉片主體26表面的凹凸會使熱噴塗膜38也成為凹凸，為了避免受到這樣的影響造成熱噴塗膜36的厚度不均一而變得無法確保耐腐蝕性及被

膜強度，是讓其具有充分的厚度而能夠吸收凹凸。在此情況，熱噴塗膜38的厚度是依場所而改變。

【0032】在一實施形態，如圖1~圖4及圖11所示般，葉片主體26係具備作為耐雷構造之接收器50(50a、50b)。接收器50是與導電部40及熱噴塗膜38連接。藉此，當熱噴塗膜36或接收器50遭受雷擊時，在熱噴塗膜36或接收器50帶電的雷擊電流可透過熱噴塗膜38及導電部40迅速地朝大地G流動。

【0033】在一實施形態，如圖3所示般，接收器50是由設置在葉片主體26的葉前端22之尖端接收器(tip receptor)50(50a)所構成。尖端接收器50(50a)是與熱噴塗膜38連接。再者，有別於導電部40而另外設置延伸到大地G之導電部52(第2導電部)，尖端接收器50(50a)是與導電部52連接。藉此形成有：從熱噴塗膜36透過熱噴塗膜38及導電部40到達大地G之導電路、以及從熱噴塗膜36透過熱噴塗膜38、尖端接收器50(50a)及導電部52到達大地G之導電路。當熱噴塗膜36遭受雷擊時，在熱噴塗膜36帶電的雷擊電流可透過上述2個導電路迅速地朝大地G流動。如此，能有效抑制熱噴塗膜36的損傷。

【0034】在一實施形態，如圖3所示般，導電部52是由引下線所構成，該引下線的一端連接於尖端接收器50(50a)，另一端延伸到大地G。

【0035】在圖3及圖4所示的實施形態，在熱噴塗膜38的一端，熱噴塗膜38的下表面和尖端接收器50(50a)的上表

面成為面接觸。藉由成為面接觸，可使熱噴塗膜38和尖端接收器50(50a)的導電性變佳，縱使不是像這樣成為面接觸，只要兩者互相連接，就能保持兩者間的導電性。作為其他的實施形態，當要將導電性更加提高時，如圖3中的二點鏈線48所示般，可將熱噴塗膜36及38延伸到葉前端22，而擴大使熱噴塗膜38和尖端接收器50(50a)成為面接觸的面積。

【0036】 在一實施形態，導電部52的電阻率比熱噴塗膜38的電阻率更小。如此，擊中尖端接收器50(50a)之雷擊所產生之雷擊電流的大部分，可經由導電部52而朝大地G側流動，因此可抑制經由熱噴塗膜38及導電部40(40a、40b)而朝大地G側流動的雷擊電流，而能抑制熱噴塗膜36及38的損傷。

【0037】 在一實施形態，如圖11所示般，接收器50係包含：在熱噴塗膜36互相離散地設置之複數個盤式接收器50(50b)。在本實施形態，藉由雷擊而在熱噴塗膜36帶電的雷擊電流可從複數個盤式接收器50(50b)迅速地朝大地G側流動。

【0038】 在圖11所示的實施形態，複數個盤式接收器50(50b)是沿著葉片長度方向而散布於熱噴塗膜36，因此雷擊的大部分可由盤式接收器50(50b)接收。藉此，可將熱噴塗膜36遭受雷擊的機率減少，可抑制熱噴塗膜36的損傷。又當熱噴塗膜36遭受雷擊的情況，可將雷擊電流立即朝最靠近的盤式接收器50(50b)誘導。

【0039】在一實施形態，如圖11所示般，複數個盤式接收器50(50b)分別連接在埋設於葉片主體26之引下線40(40a)。該引下線40(40a)的另一端延伸到大地G。

【0040】圖12顯示盤式接收器50(50b)的一實施形態。圖12所示的盤式接收器50(50b)，是透過安裝於中空的葉片主體26的背面之導電性的中繼圓板54而與引下線40(40a)連接。在圖12所示的實施形態，盤式接收器50(50b)是插入形成於葉片主體26及熱噴塗膜36及38之貫通孔56，盤式接收器50(50b)的端面是在外側露出，且與熱噴塗膜36的表面形成連續面。在本實施形態，因為盤式接收器50(50b)是在外側露出，藉由讓盤式接收器50(50b)受雷擊，可抑制熱噴塗膜36的損傷。

【0041】在一實施形態，作為盤式接收器50(50b)的製作方法，例如製作FRP製的葉片主體26之後，形成貫通孔56。然後，在貫通孔56將盤式接收器50(50b)的仿真體(dummy)插入，或將盤式接收器50(50b)插入後，在其等的插入處實施遮蔽而將熱噴塗膜36及38進行熱噴塗。作為其他的製作方法，是在製作葉片主體26之後，將熱噴塗膜36及38進行熱噴塗，然後形成貫通孔56。在形成貫通孔56時熱噴塗膜36及38有可能裂開，因此必須小心。

【0042】在圖13所示的實施形態，僅在葉片主體26形成有貫通孔58，由導電性高的材料所構成的包埋治具60插入於貫通孔58。包埋治具60的端面是與熱噴塗膜38的背面連接。熱噴塗膜36遭受雷擊而在熱噴塗膜36帶電的雷擊電

流可透過包埋治具 60、中繼圓板 54 及引下線 40(40a) 迅速地朝大地 G 側流動。

【0043】在圖 12 及圖 13 所示的實施形態，盤式接收器 50(50b) 及包埋治具 60 具有金屬製的螺栓 62，引下線 40(40a) 的連接端具有金屬製的螺栓 64。盤式接收器 50(50b)、包埋治具 60 及引下線 40(40a) 的連接端，是透過金屬製的螺栓 62 及 64 而與中繼圓板 54 連接。如此般透過金屬製的螺栓 62 及 64 進行連接，可確實地形成電氣連接。

【0044】上述各實施形態所載的內容，可例如像以下那樣掌握。

【0045】1) 一實施形態的風車葉片 (20)，係具備葉片主體 (26)、第 1 熱噴塗層 (36)、第 2 熱噴塗層 (38) 及第 1 導電部 (40)，葉片主體 (26) 是從葉根 (24) 朝向葉前端 (22) 沿著葉片長度方向延伸，第 1 熱噴塗層 (36)，設置成覆蓋前述葉片主體 (26) 中之至少前述葉前端 (22) 側的前緣 (28)，用於抑制前述葉片主體 (26) 之前述前緣 (28) 的腐蝕，第 2 熱噴塗層 (38)，是形成在前述葉片主體 (26) 和前述第 1 熱噴塗層 (36) 之間，且電阻率比前述第 1 熱噴塗層 (36) 更小，第 1 導電部 (40) 是將前述第 2 熱噴塗層 (38) 與大地 (G) 電氣連接。

【0046】依據本發明的風車葉片，因為在作為耐腐蝕膜的第 1 熱噴塗層和葉片主體之間形成有電阻率小的第 2 熱噴塗層，在第 1 熱噴塗層帶電的雷擊電流可透過第 2 熱噴塗層朝大地側迅速地流動，藉此可抑制第 1 熱噴塗層的損傷。

【0047】2)其他態樣的風車葉片(20)，係1)所載的風車葉片，第2熱噴塗層(38)的硬度及楊氏模數是比第1熱噴塗層(36)更小。

【0048】藉此，可將第2熱噴塗層對於葉片主體的攻擊性減弱，可將第2熱噴塗層對於葉片主體的密合性提高，因此可抑制第1熱噴塗層從葉片主體剝離或脫落。

【0049】3)其他態樣的風車葉片(20)，係1)或2)所載的風車葉片，前述第1熱噴塗層(36)及前述第2熱噴塗層(38)設置在：前述葉片主體(26)的長度方向上從前述葉前端(22)到前述葉片主體(26)的長度之1/2的區域之至少一部分。

【0050】因為腐蝕取決於圓周速度，風車葉片的前端側最容易受到腐蝕的影響，從前端側朝向葉根側變得不容易受腐蝕的影響。依據這樣的構成，可在50m/秒程度以上的圓周速度範圍將熱噴塗膜施工，而能涵蓋容易受到腐蝕影響的區域之大致整個區域。

【0051】4)另外其他態樣的風車葉片(20)，係1)~3)之任一者所載的風車葉片，前述第1導電部(40)係包含形成於前述葉片主體(26)的表面之金屬層(40(40b))，前述金屬層(40(40b))是與前述第2熱噴塗層(38)連接。

【0052】依據這樣的構成，藉由在葉片主體的表面形成電阻率小的金屬層，可將第2熱噴塗層和第1導電部間的導電路之導電性提高，因此在第1熱噴塗層帶電的雷擊電流可迅速地朝大地側流動。

【0053】5)另外其他態樣的風車葉片(20)，係4)所載的風車葉片，前述金屬層(40(40b))，在前述葉片主體(26)的弦長方向上之前述第2熱噴塗層(38)的長度之至少一部分的區域，是與前述第2熱噴塗層(38)的下表面成為面接觸。

【0054】依據這樣的構成，因為金屬層與第2熱噴塗層的下表面成為面接觸，可將金屬層和第2熱噴塗層間的導電性維持於高水準，藉此，在第1熱噴塗層帶電的雷擊電流可迅速地朝大地側流動。

【0055】6)另外其他態樣的風車葉片(20)，係4)或5)所載的風車葉片，前述金屬層(40(40b))，是由銅、銅合金、鋁或鋁合金所構成，且/或由帶狀的金屬網格(40(40b-1))或金屬箔所構成。

【0056】依據這樣的構成，因為金屬層是由上述般導電性良好的材料所構成，可提高在第1熱噴塗層帶電的雷擊電流之釋放效果。此外，因為金屬層是由金屬網格或金屬箔所構成，可將金屬層和葉片主體的接合強度提高。

【0057】7)另外其他態樣的風車葉片(20)，係1)~6)之任一者所載的風車葉片，係具備：形成在前述葉片主體(26)和前述第2熱噴塗層(38)間的底層(42)。

【0058】依據這樣的構成，藉由在葉片主體和第2熱噴塗層之間形成底層，可將葉片主體和第2熱噴塗層的接合強度提高。此外，當在葉片主體將金屬製等的第2熱噴塗層直接進行熱噴塗的情況，起因於熱噴塗時的熱、衝擊

等有弄傷葉片主體的疑慮，藉由事先在葉片主體形成樹脂製等的底層，可將葉片主體予以保護。

【0059】8)另外其他態樣的風車葉片(20)，係1)~7)之任一者所載的風車葉片，前述第1熱噴塗層(36)是由陶瓷金屬或Co合金所構成，前述陶瓷金屬包含氧化鋁、碳化鎢、氮化矽、碳化矽、氧化鋯或碳化鉻的至少一者之。

【0060】依據這樣的構成，因為第1熱噴塗層是由上述般耐熱性、耐摩耗性優異的材料所構成，可發揮高耐腐蝕性能。

【0061】9)另外其他態樣的風車葉片(20)，係1)~8)之任一者所載的風車葉片，前述第2熱噴塗層(38)是由銅、銅合金、鋁或鋁合金所構成。

【0062】依據這樣的構成，因為第2熱噴塗層是由上述般電阻率小的材料所構成，在第1熱噴塗層帶電的雷擊電流可迅速地朝葉片主體側流動。又因為第2熱噴塗層是由上述般硬度及楊氏模數比第1熱噴塗層更小的材料所構成，對於葉片主體的攻擊性減低，因此其與葉片主體的密合性也變高，而能夠抑制第1熱噴塗層從葉片主體剝離或脫落。

【0063】10)另外其他態樣的風車葉片(20)，係1)~9)之任一者所載的風車葉片，前述第1熱噴塗層(36)及前述第2熱噴塗層(38)的合計厚度為200 μm 以上2000 μm 以下。

【0064】依據這樣的構成，因為第1熱噴塗層及第2熱噴塗層具有上述範圍的合計厚度，可保持基於第1熱噴塗

層的耐腐蝕性，且在葉片主體的表面可將第1熱噴塗層及第2熱噴塗層緊湊地形成。又因為還能以在其與葉片主體表面之間不產生段差的方式將厚度高精度地調整，在施工後也能將風車葉片的空氣動力性能維持於高水準。

【0065】11)另外其他態樣的風車葉片(20)，係1)~10)之任一者所載的風車葉片，前述第1熱噴塗層(36)的厚度為100 μm 以上1000 μm 以下，前述第2熱噴塗層(38)的厚度為100 μm 以上1000 μm 以下。

【0066】第1熱噴塗層的厚度主要取決於風車葉片的前端圓周速度，第2熱噴塗層的厚度是取決於電阻率的必要性、葉片主體表面之凹凸的吸收等。依據上述構成，因為第1熱噴塗層具有上述厚度，可確保足以對抗風車葉片前端圓周速度之耐腐蝕性和被膜強度。又因為第2熱噴塗層具有上述厚度，可讓電阻率降低而確保為了確保所需的導電率之剖面積。再者，起因於葉片主體表面的凹凸會使第2熱噴塗層也成為凹凸，為了避免受到這樣的影響造成第1熱噴塗層的厚度不均一而變得無法確保耐腐蝕性及被膜強度，是讓其具有充分的厚度而能夠吸收凹凸。

【0067】12)另外其他態樣的風車葉片(20)，係1)~11)之任一者所載的風車葉片，前述葉片主體(26)係具備與前述第1導電部(40)連接的接收器(尖端接收器50(50a)及盤式接收器50(50b))，前述接收器(50)是與前述第2熱噴塗層(38)連接。

【0068】依據這樣的構成，因為接收器與第2熱噴塗

層及第1導電部連接，當第1熱噴塗層、接收器遭受雷擊時，在第1熱噴塗層或接收器帶電的雷擊電流可透過第2熱噴塗層及第1導電部迅速地朝大地側流動。

【0069】13)另外其他態樣的風車葉片(20)，係12)所載的風車葉片，前述接收器(50)係包含設置在前述葉片主體(26)的前述葉前端(22)之尖端接收器(50(50a))，前述尖端接收器(50(50a))是與前述第2熱噴塗層(38)連接，且具備用於將前述尖端接收器(50(50a))和前述大地(G)電氣連接之第2導電部(52)。

【0070】依據這樣的構成，當第1熱噴塗層遭受雷擊時的雷擊電流可形成2條導電路，亦即透過第2熱噴塗層及第1導電部朝大地側流動的導電路，以及從尖端接收器透過第2導電部朝大地側流動的導電路。因此，在第1熱噴塗層帶電的雷擊電流可迅速地朝大地側流動。如此，可有效抑制第1熱噴塗層的損傷。

【0071】14)另外其他態樣的風車葉片(20)，係13)所載的風車葉片，前述第2導電部(52)的電阻率是比前述第2熱噴塗層(38)的電阻率更小。

【0072】依據這樣的構成，擊中尖端接收器的雷擊所產生之雷擊電流可經由第2導電部朝大地側流動。因此，可抑制經由第2熱噴塗層朝大地側流動的雷擊電流，能抑制第1熱噴塗層及第2熱噴塗層的損傷。

【0073】15)另外其他態樣的風車葉片(20)，係12)~14)之任一者所載的風車葉片，前述接收器(50)係包含：在

前述第1熱噴塗層(36)互相離散地設置之複數個盤式接收器(50(50b))。

【0074】依據這樣的構成，因為複數個盤式接收器是在第1熱噴塗層離散地設置，可將雷擊朝複數個盤式接收器誘導。因此，可減少朝向第1熱噴塗層的雷擊，能抑制第1熱噴塗層的損傷。又當第1熱噴塗層遭受雷擊的情況，可將雷擊電流立即朝最靠近的盤式接收器誘導。

【符號說明】

【0075】

10:風力發電裝置

12:輪轂

14:轉子

16:機艙

18:塔架

19:基座

20:風車葉片

22:葉前端

24:葉根

26:葉片主體

28:前緣

30:後緣

32:壓力面

34:負壓面

36:熱噴塗膜(第1熱噴塗層)

38:熱噴塗膜(第2熱噴塗層)

40:導電部(第1導電部)

40(40a):引下線

40(40b):金屬層

40(40b-1):金屬網格

42:底層

44,46:凹部

48:二點鏈線

50:接收器

50(50a):尖端接收器

50(50b):盤式接收器

52:導電部(第2導電部)

54:中繼圓板

56,58:貫通孔

60:包埋治具

62,64:金屬製螺栓

G:大地

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】一種風車葉片，係具備：葉片主體、第 1 熱噴塗層、第 2 熱噴塗層及第 1 導電部，

前述葉片主體是從葉根朝向葉前端沿著葉片長度方向延伸，

前述第 1 熱噴塗層，是設置成覆蓋前述葉片主體中之至少前述葉前端側的前緣且用於抑制前述葉片主體之前述前緣的腐蝕，

前述第 2 熱噴塗層，是形成在前述葉片主體和前述第 1 熱噴塗層之間且電阻率比前述第 1 熱噴塗層更小，

前述第 1 導電部是將前述第 2 熱噴塗層與大地電氣連接，

前述第 1 導電部是包含形成於前述葉片主體的表面之金屬層，

前述金屬層是與前述第 2 熱噴塗層連接。

【請求項 2】如請求項 1 所述之風車葉片，其中，
前述第 2 熱噴塗層的硬度及楊氏模數是比前述第 1 熱噴塗層更小。

【請求項 3】如請求項 1 或 2 所述之風車葉片，其中，
前述第 1 熱噴塗層及前述第 2 熱噴塗層設置在：前述葉片主體的長度方向上從前述葉前端到前述葉片主體的長度之 1/2 的區域之至少一部分。

【請求項 4】如請求項 1 所述之風車葉片，其中，
前述金屬層，在前述葉片主體的弦長方向上之前述第

2熱噴塗層的長度之至少一部分的區域，是與前述第2熱噴塗層的下表面成為面接觸。

【請求項5】如請求項1所述之風車葉片，其中，
前述金屬層是由銅、銅合金、鋁或鋁合金所構成，且/或由帶狀的金屬網格或金屬箔所構成。

【請求項6】如請求項1所述之風車葉片，
其係具備：形成在前述葉片主體和前述第2熱噴塗層之間的底層，

前述底層是將前述第2熱噴塗層和前述葉片主體結合。

【請求項7】如請求項1所述之風車葉片，其中，
前述第1熱噴塗層是由陶瓷金屬或Co合金所構成，前述陶瓷金屬包含氧化鋁、碳化鎢、氮化矽、碳化矽、氧化鋯或碳化鉻的至少一者。

【請求項8】如請求項1所述之風車葉片，其中，
前述第2熱噴塗層是由銅、銅合金、鋁或鋁合金所構成。

【請求項9】如請求項1所述之風車葉片，其中，
前述第1熱噴塗層及前述第2熱噴塗層的合計厚度為200 μm 以上2000 μm 以下。

【請求項10】如請求項1所述之風車葉片，其中，
前述第1熱噴塗層的厚度為100 μm 以上1000 μm 以下，
前述第2熱噴塗層的厚度為100 μm 以上1000 μm 以下。

【請求項11】如請求項1所述之風車葉片，其中，

前述葉片主體係具備與前述第 1 導電部連接的接收器，

前述接收器是與前述第 2 熱噴塗層連接。

【請求項 12】如請求項 11 所述之風車葉片，其中，
前述接收器是包含設置在前述葉片主體的前述葉前端之尖端接收器，前述尖端接收器是與前述第 2 熱噴塗層連接，

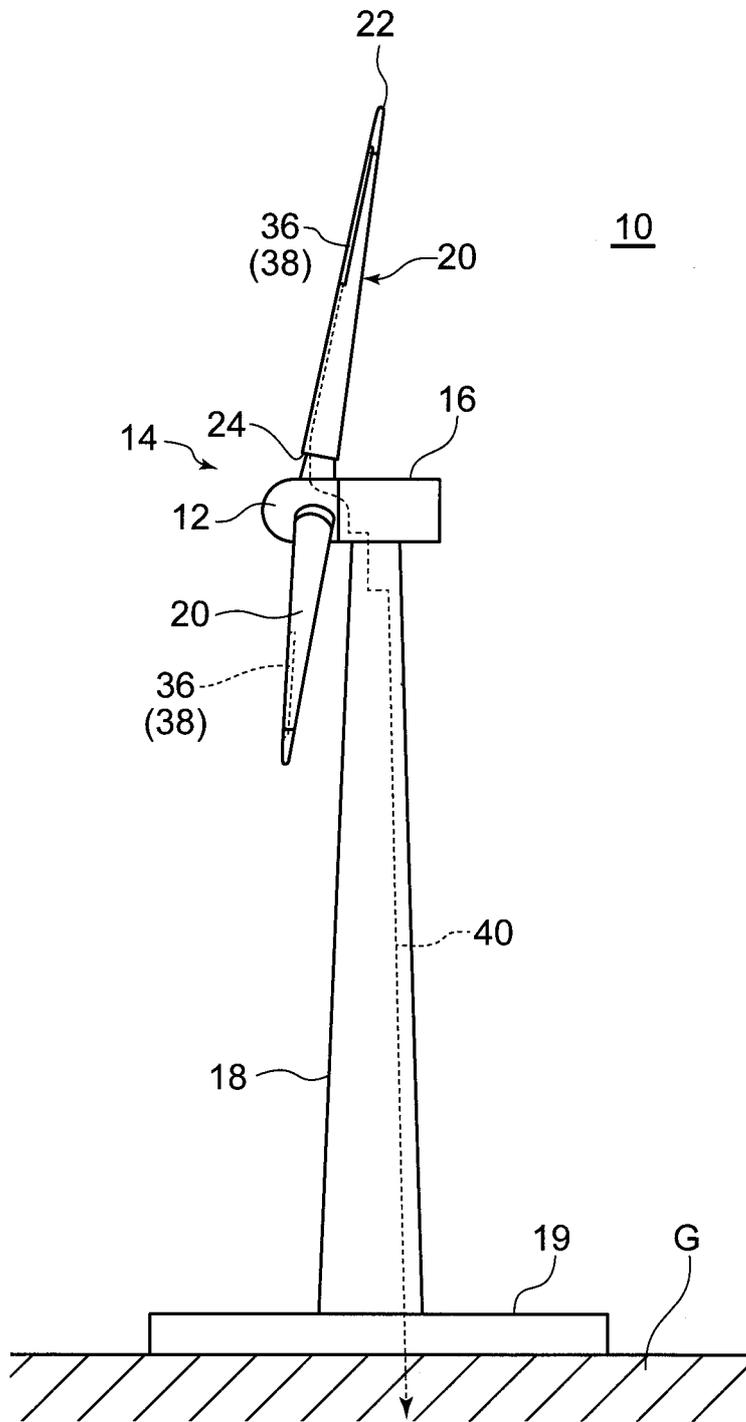
且具備用於將前述尖端接收器和前述大地電氣連接之第 2 導電部。

【請求項 13】如請求項 12 所述之風車葉片，其中，
前述第 2 導電部的電阻率是比前述第 2 熱噴塗層的電阻率更小。

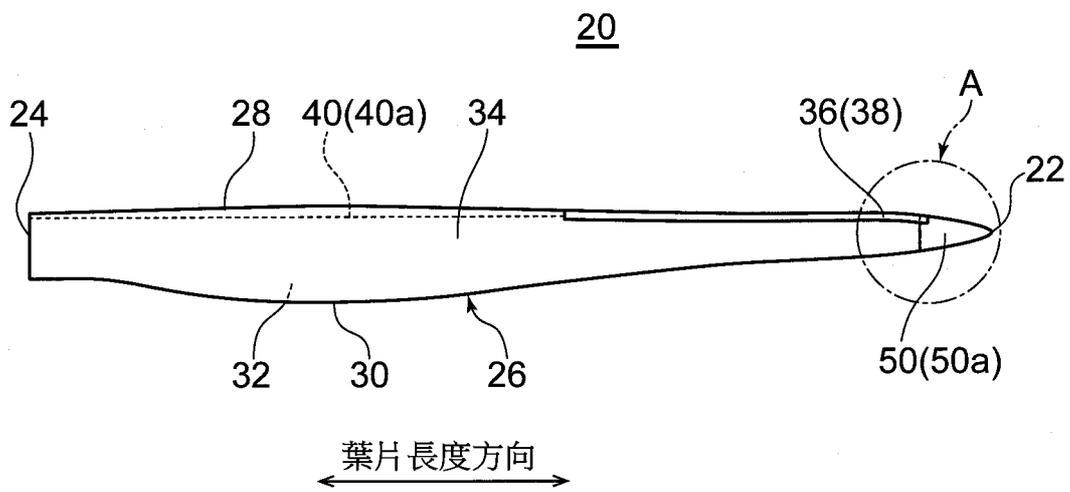
【請求項 14】如請求項 11 至 13 之任一項所述之風車葉片，其中，

前述接收器是包含：在前述第 1 熱噴塗層互相離散地設置之複數個盤式接收器。

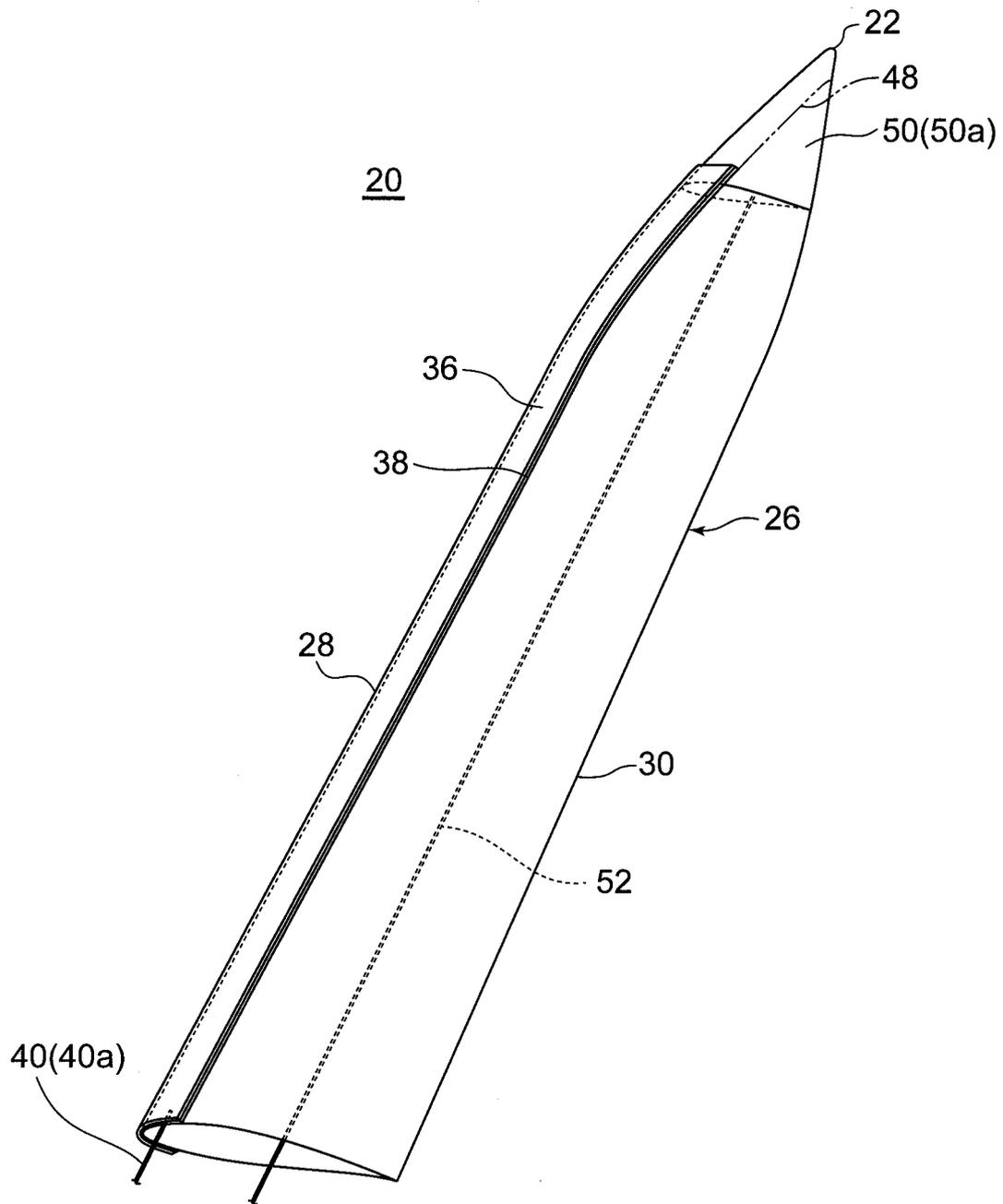
【發明圖式】



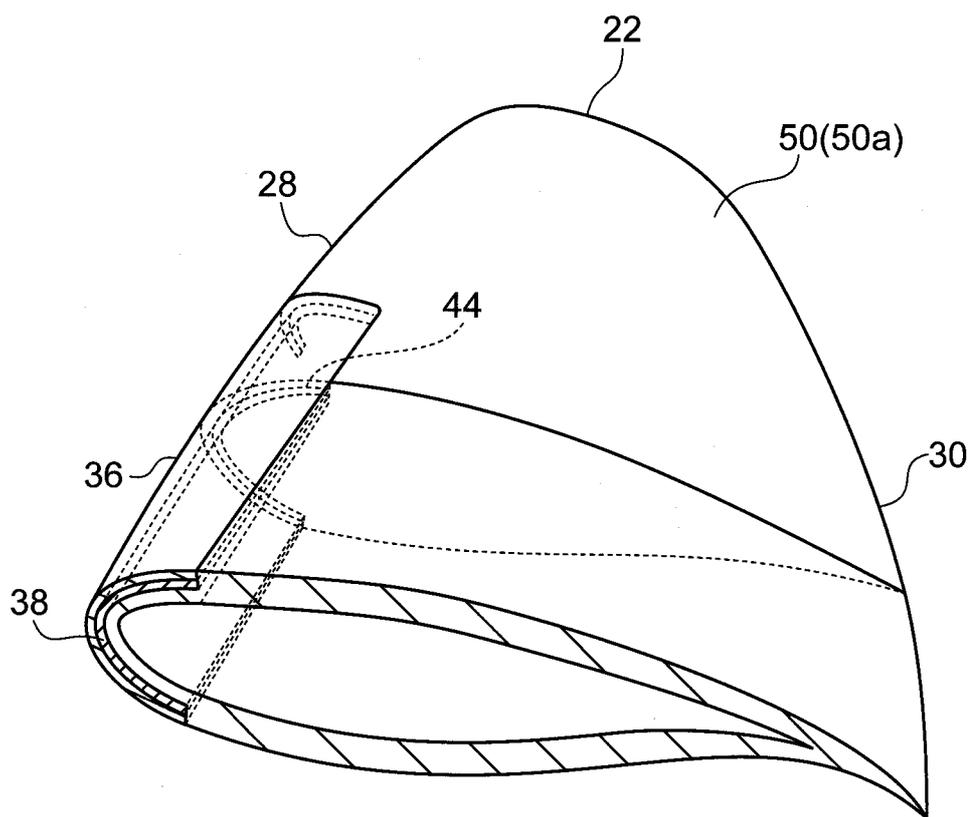
【圖 1】



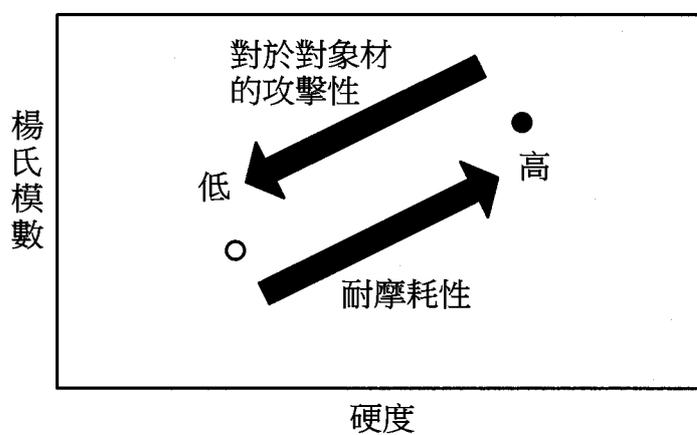
【圖 2】



【圖 3】



【圖 4】

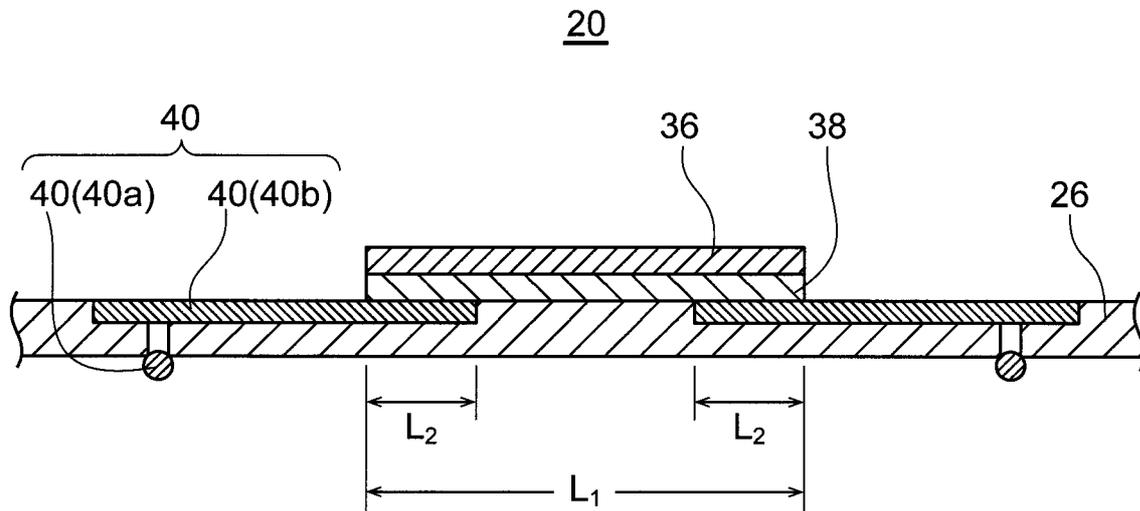


【圖 5】

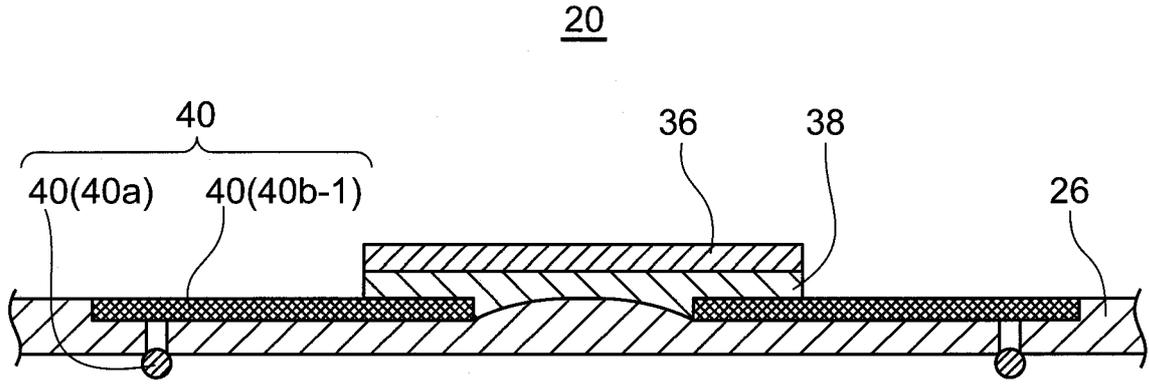
熱噴塗層36候補性和熱噴塗層38候補材之比較

	楊氏模數	硬度	電阻率
第1熱噴塗層(36)候補材	基準(1)(大)	高	基準(1)(大)
第2熱噴塗層(38)候補材	2/3以下(小)	低	1/2以下(小)

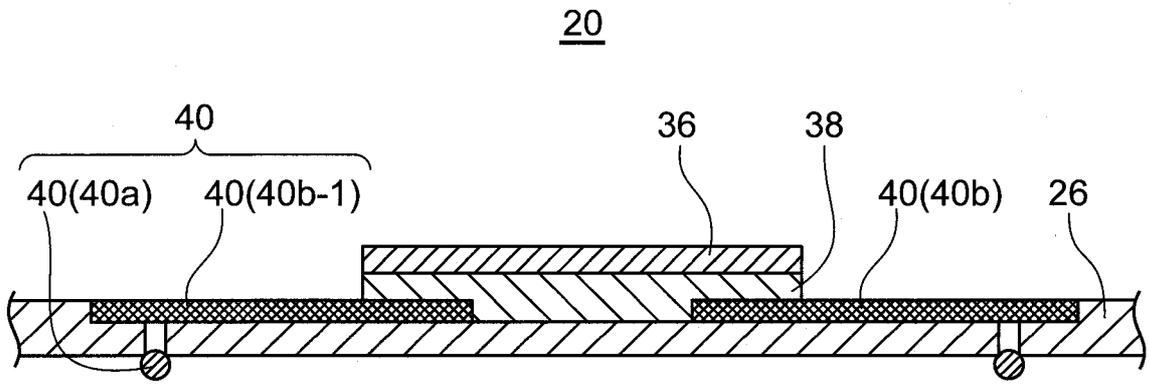
【圖 6】



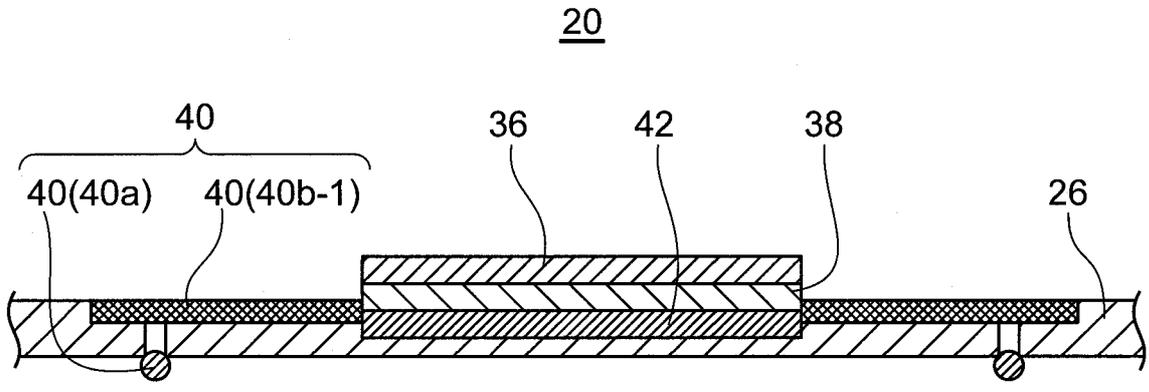
【圖 7】



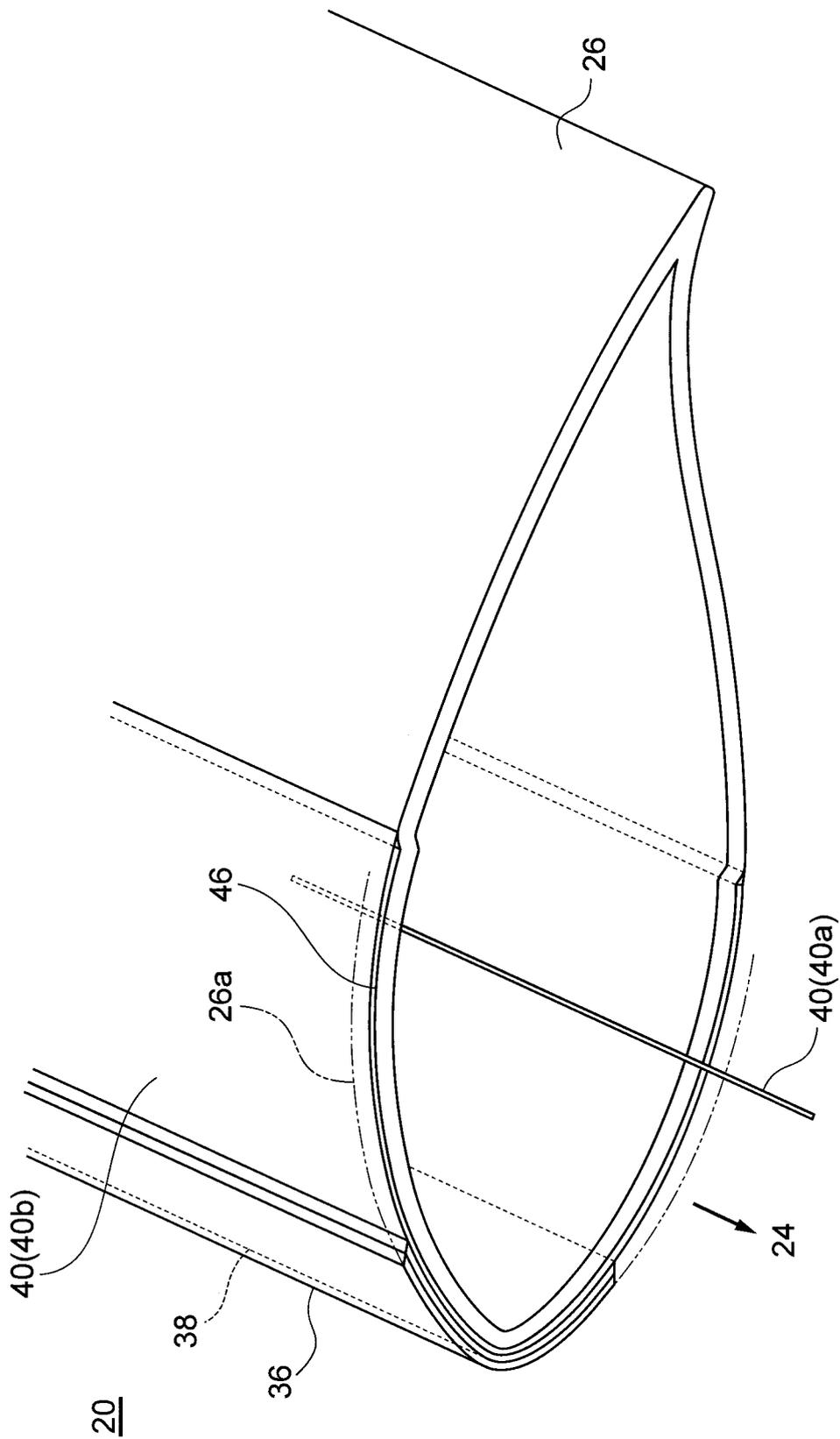
【圖 8A】



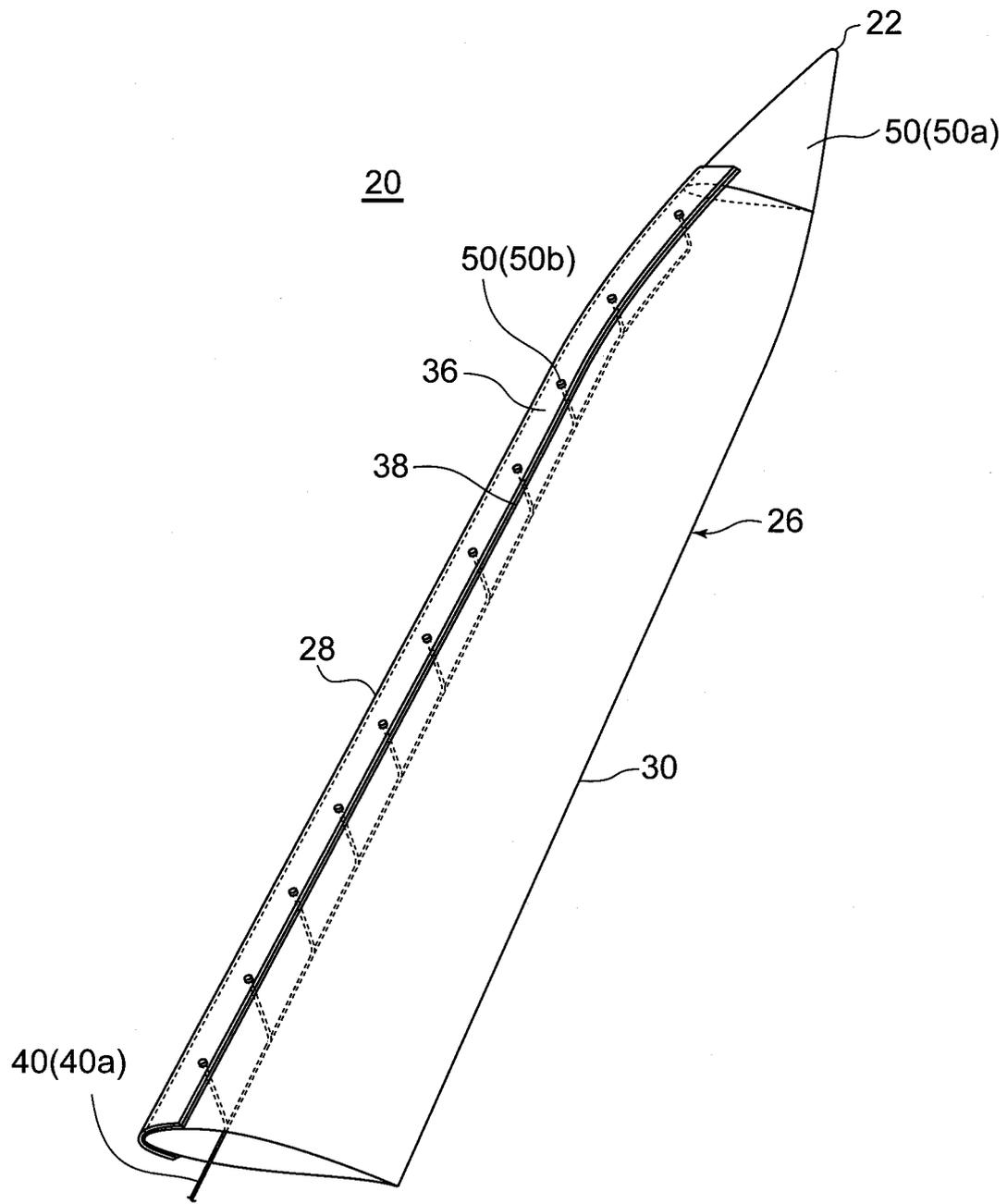
【圖 8B】



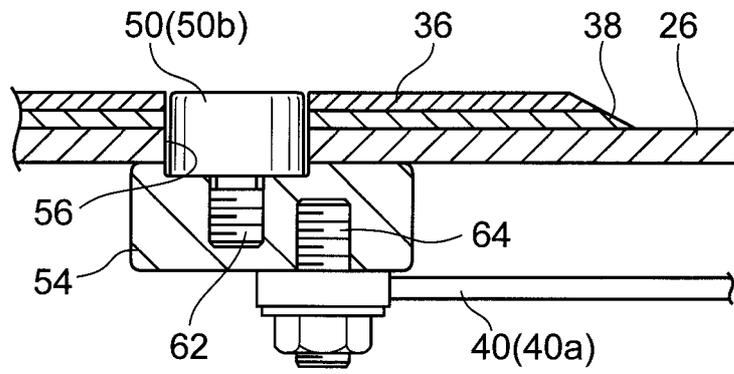
【圖 9】



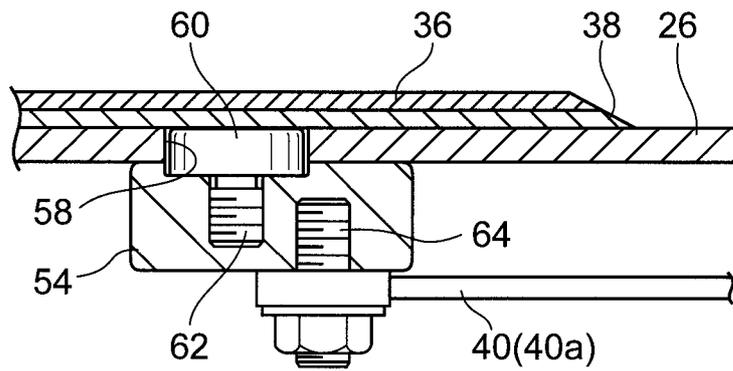
【圖 10】



【圖 11】



【圖 12】



【圖 13】