



(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 I873474 B

(45)公告日：中華民國 114 (2025) 年 02 月 21 日

(21)申請案號：111142004

(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 11 月 03 日

(51)Int. Cl. : **B05B12/26 (2018.01)****B05C21/00 (2006.01)****F03D13/10 (2016.01)**

(30)優先權：2021/11/08

歐洲專利局

21206905.8

(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：簡森 喬納斯帕格 JENSEN, JONAS PAGH (DK)；門興 雅各 MAENNCHEN,
JAKOB (DK)；施泰爾 哈拉德 STECHER, HARALD (AT)

(74)代理人：王彥評；賴碧宏

(56)參考文獻：

US 2011/097211A1

US 2018/194918A1

審查人員：楊季璋

申請專利範圍項數：18 項 圖式數：0 共 18 頁

(54)名稱

修理風機葉片的方法及藉此方法得到的風機葉片

(57)摘要

本發明揭露一種修理包含含有可分離官能基之樹脂之風機葉片的方法，該方法包含對一部分的風機葉片表面塗布包含酸之酸性水性液體，將該部分的風機葉片表面加熱，對該部分的風機葉片表面塗布包含鹼之鹼性水性液體。此外亦揭露一種藉此方法可得到的經修理的風機葉片。

A method of repairing a wind turbine blade comprising a resin containing a cleavable functional group is described, the method comprising applying an acidic aqueous liquid comprising an acid to a portion of a surface of the wind turbine blade, heating the portion of the surface of the wind turbine blade, applying a basic aqueous liquid comprising a base to the portion of the surface of the wind turbine blade. In addition, a repaired wind turbine blade obtainable by this method is described.



I873474

【發明摘要】

【中文發明名稱】

修理風機葉片的方法及藉此方法得到的風機葉片

【英文發明名稱】

A METHOD OF REPAIRING A WIND TURBINE BLADE AND A
WIND TURBINE BLADE OBTAINABLE BY WHICH METHOD

【中文】

本發明揭述一種修理包含含有可分離官能基之樹脂之風機葉片的方法，該方法包含對一部分的風機葉片表面塗布包含酸之酸性水性液體，將該部分的風機葉片表面加熱，對該部分的風機葉片表面塗布包含鹼之鹼性水性液體。此外亦揭述一種藉此方法可得到的經修理的風機葉片。

【英文】

A method of repairing a wind turbine blade comprising a resin containing a cleavable functional group is described, the method comprising applying an acidic aqueous liquid comprising an acid to a portion of a surface of the wind turbine blade, heating the portion of the surface of the wind turbine blade, applying a basic aqueous liquid comprising a base to the portion of the surface of the wind turbine blade. In addition, a repaired wind turbine blade obtainable by this method is described.

【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】

修理風機葉片的方法及藉此方法得到的風機葉片

【英文發明名稱】

A METHOD OF REPAIRING A WIND TURBINE BLADE AND A
WIND TURBINE BLADE OBTAINABLE BY WHICH METHOD

【技術領域】

【0001】本發明關於風機葉片之領域，尤其是一種修理風機葉片的方法及一種個別修理的風機葉片。

【先前技術】

【0002】風力被視為是現有最清潔、最環境友善的能源之一，且對於利用此能源，風機已獲得越來越多的注意。現代風機一般包括塔柱、發電機、傳動箱、機艙、及一片或以上的轉子葉片。該轉子葉片獲取風之動能，並將該動能以旋轉能形式傳送而轉動連結該轉子葉片到傳動箱之軸或直接到發電機。然後發電機將機械能換成電能而可被饋入電網。

【0003】在操作期間，風機葉片一般困於連續暴露而受到環境影響，如空浮粒子及雨水以高速撞擊，其會造成風機葉片損壞。重複的溫度及濕度變化亦會造成風機葉片損壞，如裂痕。小規模修理使用中的葉片需要特定的室外條件才能適當進行。環氧基底葉片用之標準修理材料亦為環氧基-胺系統。修理材料的最低使用溫度通常低到 15°C，但不低於此。此限制現場修理作業可用時間，且會導致停機時間長而關聯到輪機操作的巨大成本。

【0004】因此，對於修理經常僅有短時間窗可用。如果溫度僅略低於所需的最低溫度，則可使用加熱帳棚將積層體及周圍溫度提高某種程度，然而，其造成額外的成本及勞力。如果溫度或濕度明顯低於(或高於)程序窗，則修理無法進行。

【0005】因此，現在需要一種減少所需設備，且可獨立於室外條件(如溫度及濕度)而施用之修理風機葉片的方法。

【發明內容】

【0006】此需求可藉申請專利範圍獨立項之標的滿足。本發明之有利具體實施例揭述於申請專利範圍附屬項。

【0007】本發明之一態樣提供一種(現場)修理包含含有可分離官能基(尤其是酸可分離官能基)之樹脂之風機葉片的方法，該方法包含對一部分(欲修理，例如損壞區域)的風機葉片表面塗布包含酸之酸性水性液體(pH 小於 7)，將該部分的風機葉片表面(已塗布該酸性水性液體)加熱，對該部分的風機葉片表面(已塗布該酸性水性液體)塗布包含鹼(鹼化合物)之鹼性(鹼)水性液體(pH 大於 7)，視情況(尤其是在裂痕大的情形)及對該部分的風機葉片表面(已塗布該酸性水性液體及該鹼性水性液體)塗布包含異氰酸酯或封端異氰酸酯之(反應性)熱熔黏著劑，視情況及將該部分的風機葉片表面乾燥。

【0008】本發明之又一態樣提供一種藉此方法可得到的(或得到的)(修理的)風機葉片。

【0009】這些本發明態樣係基於包含含有可分離官能基(尤其是酸可分離官能基)之樹脂之風機葉片的表面裂痕可藉由對欲修理的表面部分塗布酸性水性液體，接著將已塗布該酸性水性液體的表面部分加熱而修理的概念。不欲受理論約束，本案發明人假設將該經酸處理表面加熱，則風機葉片最外層中的樹脂之可分離官能基可被分離，因而在樹脂產生例如自由羥基。此外，風機葉片最外層中的至少部分樹脂藉此可被溶於該酸性水性液體中，及/或風機葉片最外層中的熱固性結構可至少部份被轉化成熱塑性材料。這些變化的結果為小裂痕在加熱時可被封閉或密封，尤其是由於溶解的樹脂流動或進入裂痕中及/或樹脂所發展的熱塑性性質或行為所造成。隨後塗布鹼性水性液體以中和所塗布的酸性水性液體。此外，任何溶解的樹脂可再度沈澱(仍維持熱塑性)，其進一步促進裂痕密封。在裂痕較大的情形可塗布包含(視情況封端)異氰酸酯官能基之(反應性)熱熔黏著劑，使得在熱熔黏著劑之(未封端)異氰酸酯官能基與樹脂羥基(其可如上述分離的結果而產生)之間可形成共價鍵，即該熱塑物可被再交聯而進一步強化機械性質。結果可在現場減少所需設備且獨立於室外條件(如溫度及濕度)下，而有效率地修理風機葉片。

【圖式簡單說明】

無。

【實施方式】

【0010】以下揭述本發明之細節及其他特徵及其優點。然而，本發明不限於以下的特定說明，而是其僅為說明之目的。

【0011】應注意，有關一例示性具體實施例或例示性態樣所揭述的特徵可組合任何其他例示性具體實施例或例示性態樣，尤其是一種修理方法之任何例示性具體實施例所揭述的特徵可組合一種修理方法之任何其他例示性具體實施例及一種風機葉片之任何例示性具體實施例，反之亦同，除非另有特別敘述。

【0012】在指稱單數項時使用不定冠詞或定冠詞之處，如一(“a”，“an”)或該(“the”)，亦包括該項之複數，反之亦同，除非另有特別敘述。

【0013】在此使用的表達式「包含(“comprising”)」包括不僅「包含(“comprising”)」、「包括(“including”)」、或「含有(“containing”)」之意義，而是亦可含括「本質上由…所組成(“consisting essentially of”)」及「由…所組成(“consisting of”)」。

【0014】除非另有別敘述，否則在此使用的表達式「至少部分」、「至少一部分」、或「至少(一)部分」均可表示至其至少 5%，尤其是其至少 10%，尤其是其至少 15%，尤其是其至少 20%，尤其是其至少 25%，尤其是其至少 30%，尤其是其至少 35%，尤其是其至少 40%，尤其是其至少 45%，尤其是其至少 50%，尤其是其至少 55%，尤其是其至少 60%，尤其是其至少 65%，

尤其是其至少 70%，尤其是其至少 75%，尤其是其至少 80%，尤其是其至少 85%，尤其是其至少 90%，尤其是其至少 95%，尤其是其至少 98%，且亦可表示其 100%。

【0015】在第一態樣中，一種(現場)修理包含含有可分離官能基(尤其是酸可分離官能基)之樹脂之風機葉片的方法包含對一部分(欲修理)的風機葉片表面塗布包含酸之酸性水性液體(pH 小於 7)，將該部分的風機葉片表面(已塗布該酸性水性液體)加熱，對該部分的風機葉片表面(已塗布該酸性水性液體)塗布包含鹼(鹼化合物)之鹼性(鹼)水性液體(pH 大於 7)。

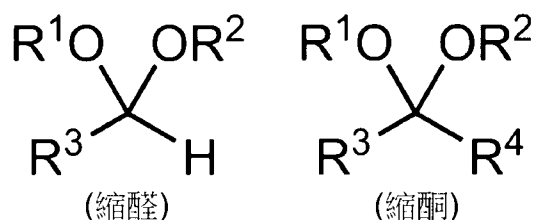
【0016】該修理方法可在現場進行，即在風機葉片已被裝設在風機時，其巨大優點為可將風機停機時間保持最短。然而，該修理方法亦可適合用於修理在製造、儲存及/或運輸風機葉片期間發生的裂痕或其他缺陷。因此，該修理方法亦可在將風機葉片裝設在風機之前實行。此外，該修理方法亦可適合用於在將其從風機卸載之後修理風機葉片，例如如果意圖將風機葉片在另一(或同一)風機重複使用(再循環)。

【0017】欲藉在此揭述的方法修理的風機葉片包含含有可分離官能基之樹脂。尤其是該風機葉片可包含(整體)材料或基板，其包含(玻璃)纖維強化聚合物樹脂複合物，其包含含有可分離官能基之樹脂。

【0018】在一具體實施例中，該樹脂包含環氧基底樹脂及環氧基-胺基底樹脂至少之一。其市售實例為基於例如 Recyclamine[®](得自 Aditya Birla Chemicals)或 Cleavamine[®](得自 Adesso Advanced Materials)之技術。

【0019】在本申請案之內文中，術語「可分離官能基」可特別表示具有可在特定條件下(例如溫度、pH值、試劑)分離之共價鍵之官能基。例如該可分離官能基可特別為酸可分離官能基，即具有可藉酸或在酸性條件下(pH 小於 7)分離之共價鍵之官能基。

【0020】在一具體實施例中，該可分離官能基包含縮醛及縮酮官能基至少之一。縮醛或縮酮通常由以下化學式表示：



其中 R^1 、 R^2 、 R^3 、與 R^4 彼此獨立表示有機(含碳原子)部分。如所屬技術領域者所已知，縮醛或縮酮可在酸性條件下藉水解分離而產生 2 個醇(以上通式中的 $\text{R}^1\text{-OH}$ 與 $\text{R}^2\text{-OH}$)及 1 個醛(以上縮醛通式中的 $\text{R}^3\text{-CHO}$)或 1 個酮(以上縮酮通式中的 $\text{R}^3\text{-C(=O)-R}^4$)。

【0021】在一具體實施例中，該酸性水性液體的 pH 值小於 7，尤其是小於 6，尤其是小於 5，尤其是小於 4。此外，該酸性水性液體的 pH 值可大於 0，尤其是大於 1。

【0022】在一具體實施例中，該酸較佳為有機酸或羧酸，而非礦物酸。有機酸或羧酸不僅特別適合調整合適的 pH，亦可另外在可分離官能基分離之後作為樹脂反應產物之溶劑。此外，如果該有機酸或羧酸與水或水/溶劑混合物具有良好的互溶性，或是亦可溶於非極性物質中，則可為有利的。

【0023】在一具體實施例中，該酸包含單羧酸、二羧酸、三羧酸及/或多羧酸，尤其是選自於由脂肪族單羧酸、脂肪族二羧酸、脂肪族三羧酸、及脂肪族多羧酸所組成的群組。例如該酸可選自於由乙酸、乳酸、順丁烯二酸、反丁烯二酸、酒石酸、草酸、丙二酸、琥珀酸、己二酸、與檸檬酸所組成的群組。兩種或以上的這些酸的組合亦適合。

【0024】在一具體實施例中，該酸包含至少一種選自於由乙酸、乳酸、檸檬酸、草酸、酒石酸、或以上兩種或以上的組合所組成的群組。尤其是該酸可包含乙酸(例如濃度為該酸性水性液體之 30 質量百分比)，其已證明特別適合本發明之目的。

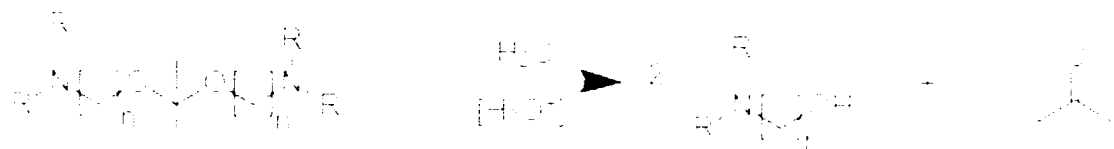
【0025】在一具體實施例中，該酸性水性液體進一步包含溶劑，尤其是極性溶劑，較佳為極性質子溶劑。在此使用的術語「極性溶劑」指與水具有良好的互溶性之溶劑。在此使用的術語「質子溶劑」指可供予質子之溶劑，例如經由氫鍵。如果該酸性水性液體包含可移動到樹脂的熱固性結構中並將其膨脹之溶劑，較佳為兼具形成強氫鍵因而分離(或至少弱化)熱固性結構之氫鍵的能力，則可為有利的。溶劑之適當實例包括乙醇、丙醇(1-丙醇或 2-丙醇)、丁醇、二甲基亞砷(DMSO)、及其兩種或以上的組合。

【0026】在一具體實施例中，該酸性水性液體在塗布時被固定在載體上及/或載體中及/或為水凝膠形式。例如該酸性水性液體可被浸透在載體中，如毛物(非纖維

物)或海綿。另外或或者，該酸性水性液體可以水凝膠形式固定，如幾丁聚醣基底水凝膠。採取此手段可避免該酸性水性液體從欲修理部分的風機葉片表面流失或流乾。此外，該酸性水性液體可藉由將載體或水凝膠調整成損壞區域的尺寸而被選擇性塗布於欲修理部分，因而避免未損壞部分的風機葉片表面受影響。

【0027】在已將酸性水性液體塗布於欲修理部分的風機葉片表面之後，進行加熱步驟。關於此點，可將已被塗布酸性水性液體的部分以加熱裝置覆蓋，如加熱氈。

【0028】在一具體實施例中進行將該部分的風機葉片表面加熱，使得風機葉片最外層中的至少部分的樹脂之可分離官能基分離(因而在樹脂形成(自由)羥基)。分離環氧基-胺基底樹脂之縮酮官能基之一實例由以下的化學分離反應描述：



【0029】由以上的反應圖解明顯可知，具有可分離縮酮官能基之環氧基-胺基底樹脂在酸(觸媒)存在下水解，因而形成具有(自由)羥基及酮(更特定而言，在所述實例中為丙酮)之分離樹脂部分。產生的羥基可被用於與熱熔黏著劑之異氰酸酯官能基偶合，如以下進一步詳細說明。

【0030】在一具體實施例中進行將該部分的風機葉片表面加熱，使得風機葉片最外層中的至少部分的樹脂被

(變得，變成)溶於酸性水性液體中，例如在上述實例中因為環氧基-胺基底樹脂中的胺基進行質子化。溶解形式之樹脂可進入或流入損壞的風機葉片表面之裂痕中，且可隨後沈澱於其中(藉由塗布鹼性溶液，如以下進一步詳細解釋)，因而促成裂痕密封。

【0031】在一具體實施例中進行將該部分的風機葉片表面加熱，使得風機葉片最外層中的熱固性結構被(至少部分)轉化成熱塑性材料。由於所發展的熱塑性性質，小裂痕在加熱時可被封閉或密封。

【0032】在本申請案之內文中，術語「風機葉片最外層」可特別表示厚度為至多 1 毫米，尤其是至多 0.5 毫米之(風機葉片之)表面層。

【0033】在一具體實施例中，該部分的風機葉片表面被加熱到在 70°C 至 100°C 之範圍的溫度，如 80°C 至 90°C，及/或加熱在 1 分鐘至 1 小時之範圍的時間，如 5 分鐘至 45 分鐘。採取此手段可控制樹脂之可分離官能基之分離，使得風機葉片最外層中的樹脂有足量的可分離官能基被分離，同時避免在風機葉片之整體材料(即最外層底下)中發生分離。此外，採取此手段可控制樹脂之可分離官能基之分離，使得風機葉片最外層中有足量的樹脂被溶解及/或使得風機葉片最外層中的熱固性結構被充分轉化成熱塑性材料。

【0034】如果將酸性水性液體以固定形式塗布，如藉載體及/或成為水凝膠，則該固定手段(例如載體及/或水凝膠基質)較佳為在加熱步驟後被移除。

【0035】在欲修理部分的風機葉片表面已經過酸處理並加熱，視情況及已移除塗布的酸固定手段之後，則對該部分的風機葉片表面塗布包含鹼(鹼化合物)之鹼性(鹼)水性液體。

【0036】在一具體實施例中，該鹼性水性液體的 pH 值大於 7，尤其是大於 8，尤其是大於 9，尤其是大於 10。此外，該鹼性水性液體的 pH 值小於 14，尤其是小於 13。

【0037】在一具體實施例中，塗布該鹼性水性液體而將塗布的酸性水性液體中和。尤其是可將欲修理部分的風機葉片表面處的 pH 提高到例如大於 5，尤其是大於 6，尤如 pH 7 或以上。

【0038】在一具體實施例中，塗布該鹼性水性液體而將溶解的樹脂沈澱(仍維持熱塑性)。如以上所解釋，風機葉片最外層中的至少部分的樹脂可被溶於酸性水性液體中，例如因為環氧基-胺基底樹脂中的胺基進行質子化，且此溶解形式之樹脂可進入或流入損壞的風機葉片表面之裂痕中。該鹼性水性液體可被塗布使得溶解的樹脂再度沈澱，例如因為環氧基-胺基底樹脂中的先前質子化胺基進行去質子化。結果，存在於損壞的風機葉片表面中的裂痕之此沈澱樹脂可促成及改良裂痕密封。沈澱樹脂更可仍為熱塑性因而進一步密封該裂痕。

【0039】在一具體實施例中，該鹼(鹼化合物)選自於由氫氧化物、碳酸氫鹽(重碳酸鹽)及碳酸鹽所組成的群組。例如其鈉鹽，如碳酸氫鈉(NaHCO_3)，可特別適合及節省成本。

【0040】在一具體實施例中，該方法進一步在塗布鹼性水性液體的步驟之後，包含對該部分的風機葉片表面(已塗布酸性水性液體及鹼性水性液體)塗布(一層或以上的)(反應性)熱熔黏著劑的步驟，該熱熔黏著劑包含異氰酸酯官能基或封端異氰酸酯官能基。採取此手段亦可有效密封更大的裂痕。該熱熔黏著劑可以片形式或以粉末形式塗布。該熱熔黏著劑可為固體且可特別包含聚胺甲酸酯(PU)熱熔黏著劑，其熔點可類似可從風機葉片之樹脂得到的熱塑性材料。該熱熔黏著劑包含異氰酸酯官能基或封端異氰酸酯官能基。封端異氰酸酯官能基之適當實例包括以醇(即成為胺甲酸酯或胺基甲酸酯官能基)及/或胺(即成為脲官能基)封端的異氰酸酯官能基。在以下揭述的後續反應之前，必須將封端異氰酸酯官能基藉由分離封端部分(如醇或胺)而解封，例如藉由將封端異氰酸酯官能基加熱到適合釋放各封端部分的溫度，如所屬技術領域者所已知。

【0041】在一具體實施例中塗布該(反應性)熱熔黏著劑，使得在熱熔黏著劑之(未封端)異氰酸酯官能基與樹脂羥基之間形成共價鍵；換言之，使得熱熔黏著劑之(未封端)異氰酸酯官能基，與已由樹脂之可分離官能基形成的樹脂羥基反應。採取此手段可在黏著劑與新形成的羥基之間建立強共價鍵，且熱塑物可被再交聯而進一步強化熱塑物的機械性質。

【0042】在一具體實施例中，該方法進一步在塗布鹼性水性液體的步驟視情況及塗布熱熔黏著劑的步驟之

後，包含將該部分的風機葉片表面乾燥的步驟。較佳為該乾燥可涉及主動乾燥，如藉加熱。然而，該乾燥亦可涉及被動乾燥，即任其乾燥。

【0043】在又一態樣中，藉在此所述方法可得到或所得到的(經修理的)風機葉片。藉在此所述的修理方法，不僅欲修理的風機葉片之裂痕可被封閉或密封，如此修理的風機葉片也因最初存在的可分離官能基已被修理程序消耗而與原始(全新)風機葉片不同，尤其是藉鍵分離及釋放例如醛及/或酮，如由上述的分離反應圖解明顯可知。

【0044】此文件所揭露的本發明或本發明之具體實施例可如下歸納說明：

【0045】風機葉片上的損壞區域表面可被酸水溶液濕潤，例如 30%乙酸，其可作為溶劑與酸，並已證明對於在此所述目的表現良好。其他的酸可為例如乳酸、檸檬酸、草酸、酒石酸，其可有或無額外溶劑而使用，例如極性溶劑，如乙醇、丁醇或 DMSO。通常該酸應在水或水/溶劑混合物中具有良好的溶解度/互溶性，且應較佳為亦可作為溶劑。理想為該酸亦可與非極性物質交互作用及溶解。選用溶劑應可移動到熱固性結構中並將其膨脹，理想為兼具形成強氫鍵(極性質子溶劑)的能力，因此分離在熱固性結構中發現的氫鍵。

【0046】依照本發明之一具體實施例，該酸性溶液較佳為被浸透在載體(毛物、海綿或類似物)中或以水凝膠(如幾丁聚醣基底)形式固定，以避免溶液流失。含有酸

觸媒之載體或凝膠可被調整成損壞區域的尺寸，以避免未損壞區域受影響。損壞區域可被加熱裝置覆蓋，例如加熱氈。損壞區域較佳為被加熱到 80-90°C 而藉網絡中的縮醛/縮酮基之分離而活化表面。加熱時間應足以分離葉片最外層中的縮醛鍵而將熱固性結構轉化成熱塑性材料。但是應選擇加熱時間以避免在整體材料中發生分離。基於實驗，加熱時間應較佳為不超過 1 小時。

【0047】在加熱之後可將該酸性溶液中中和。在已使用載體或固定酸的情形，將材料移除，並將表面以弱鹼性溶液處理，例如羥基或碳酸基底鹼，如 NaHCO_3 ，之後可將表面完全乾燥。

【0048】依損壞尺寸而定，形成的熱塑性材料可藉熔焊用於穩定小裂痕。對於較大的損壞則添加一或數層反應性熱熔聚胺甲酸酯 (PU) 固態黏著劑 (片或粉末形式)，其熔點類似從積層體基質接收的熱塑物。該反應性 PU 熱熔黏著劑含有異氰酸酯或封端異氰酸酯成分，其可與在酸及後續鹼處理得到的分離環氧樹脂之自由醇基 (敘述於以上的分離反應圖解) 反應。以此策略在黏著劑與新形成的反應性基之間可建立強共價鍵，且熱塑物可被再交聯而進一步強化熱塑物之已良好的機械性質。

【0049】雖然本發明已藉指定具體實施例及實例詳細說明，但應了解，本發明不受其限制且各種變化及修改為可行的且不被離本發明之範圍。

【符號說明】

無。

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】一種修理包含含有可分離官能基之樹脂之風機葉片的方法，該方法包含：

對部分的風機葉片表面塗布包含酸之酸性水性液體，

將該部分的風機葉片表面加熱，

對該部分的風機葉片表面塗布包含鹼之鹼性水性液體。

【請求項 2】如請求項 1 之方法，其中該樹脂包含環氧基底樹脂及環氧基-胺基底樹脂至少之一。

【請求項 3】如請求項 1 之方法，其中該可分離官能基包含縮醛及縮酮官能基至少之一。

【請求項 4】如請求項 2 之方法，其中該可分離官能基包含縮醛及縮酮官能基至少之一。

【請求項 5】如請求項 1 之方法，其中該酸為有機酸。

【請求項 6】如請求項 2 之方法，其中該酸為有機酸。

【請求項 7】如請求項 3 之方法，其中該酸為有機酸。

【請求項 8】如請求項 1 至 7 中任一項之方法，其中該酸包含至少一種選自於由乙酸、乳酸、檸檬酸、草酸、與酒石酸所組成的群組。

【請求項 9】如請求項 1 至 7 中任一項之方法，其中該酸性水性液體進一步包含溶劑，尤其是極性溶劑，如選自於由乙醇、丙醇、丁醇、與二甲基亞碲所組成的群組之溶劑。

【請求項 10】如請求項 1 至 7 中任一項之方法，其中該酸性水性液體在塗布時被固定在載體上及/或載體中及/或為水凝膠形式。

【請求項 11】如請求項 1 至 7 中任一項之方法，其中將該風機葉片表面加熱

- 使得該風機葉片之最外層中的至少部分的該樹脂之可分離官能基分離，及/或

- 使得該風機葉片之最外層中的至少部分的該樹脂被溶於該酸性水性液體中，及/或

- 使得該風機葉片之最外層中的熱固性結構被至少部分轉化成熱塑性材料。

【請求項 12】如請求項 1 至 7 中任一項之方法，其中將該風機葉片表面加熱到 70°C 至 100°C 之範圍的溫度及/或加熱 1 分鐘至 1 小時之範圍的時間。

【請求項 13】如請求項 1 至 7 中任一項之方法，其中塗布該鹼性水性液體

- 以將塗布的酸性水性液體中和，及/或
- 使得溶解的樹脂被沈澱。

【請求項 14】如請求項 1 至 7 中任一項之方法，其中該鹼選自於由氫氧化物、碳酸氫鹽及碳酸鹽所組成的群組。

【請求項 15】如請求項 1 至 7 中任一項之方法，其中該方法進一步包含：

在塗布鹼性水性液體的步驟之後，對該部分的風機葉片表面塗布熱熔黏著劑，該熱熔黏著劑包含異氰酸酯官能基或封端異氰酸酯官能基。

【請求項 16】如請求項 1 至 7 中任一項之方法，其中塗布該熱熔黏著劑使得在該熱熔黏著劑之異氰酸酯官能基與該樹脂之羥基之間形成共價鍵。

【請求項 17】如請求項 1 至 7 中任一項之方法，其中該方法進一步包含：

在塗布鹼性水性液體的步驟視情況及塗布熱熔黏著劑的步驟之後，將該部分的風機葉片表面乾燥。

【請求項 18】一種可藉請求項 1 至 17 中任一項之方法得到的風機葉片。