



(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 I854375 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 09 月 01 日

(21)申請案號：111144566

(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 11 月 22 日

(51)Int. Cl. : C23F1/16 (2006.01)

B29C65/40 (2006.01)

B32B15/09 (2006.01)

B32B27/20 (2006.01)

B32B27/36 (2006.01)

(71)申請人：財團法人金屬工業研究發展中心 (中華民國) METAL INDUSTRIES RESEARCH & DEVELOPMENT CENTRE (TW)

高雄市楠梓區高楠公路 1001 號

(72)發明人：江祺璟 CHIANG, CHI CHING (TW)；江昀宸 JIANG, YUN CHEN (TW)；吳隆佃 WU, LUNG TIEN (TW)

(74)代理人：陳瑞田；金玉書

(56)參考文獻：

US 2004/0167632A1

審查人員：林偉

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：5 共 19 頁

(54)名稱

金屬表面粗化方法、金屬與纖維複材之複合體及其接合方法

(57)摘要

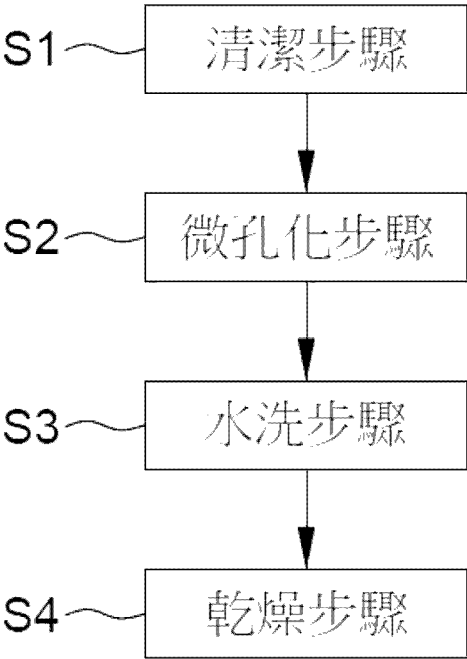
一種金屬表面粗化方法，包含：提供一金屬工件；對該金屬工件執行表面清潔；利用一蝕刻液對該金屬工件表面執行僅需一道次的腐蝕造孔處理，以在該金屬工件表面形成包含數個微孔洞之粗化層，該蝕刻液包含氯離子、銅離子、鐵離子及硫酸根離子；對該金屬工件執行一水洗處理；及對該金屬工件執行一乾燥處理。本發明另提供一種金屬與樹脂之複合體及其接合方法。

A roughening method of metal surface includes provided a metal workpiece and perform surface cleaning on the metal workpiece. To form a coarse layer containing several holes on the surface of the metal workpiece, the surface of the metal workpiece is treated with a single etching solution and the etching solution contains chloride ions, copper ions, iron ions and sulfate ions. To treat a water wash and a dry treatment with the metal workpiece. The invention also provides a composite of metal and fibre composite and bonding method for metal and fibre composite.

指定代表圖：

符號簡單說明：

- S1:清潔步驟
- S2:微孔化步驟
- S3:水洗步驟
- S4:乾燥步驟



【圖1】



I854375

【發明摘要】

【中文發明名稱】 金屬表面粗化方法、金屬與纖維複材之複合體及其接合方法

【英文發明名稱】 ROUGHENING METHOD OF METAL SURFACE,
COMPOSITE OF METAL AND FIBRE COMPOSITE, BONDING METHOD FOR
METAL AND FIBRE COMPOSITE

【中文】

一種金屬表面粗化方法，包含：提供一金屬工件；對該金屬工件執行表面清潔；利用一蝕刻液對該金屬工件表面執行僅需一道次的腐蝕造孔處理，以在該金屬工件表面形成包含數個微孔洞之粗化層，該蝕刻液包含氯離子、銅離子、鐵離子及硫酸根離子；對該金屬工件執行一水洗處理；及對該金屬工件執行一乾燥處理。本發明另提供一種金屬與樹脂之複合體及其接合方法。

【英文】

A roughening method of metal surface includes provided a metal workpiece and perform surface cleaning on the metal workpiece. To form a coarse layer containing several holes on the surface of the metal workpiece, the surface of the metal workpiece is treated with a single etching solution and the etching solution contains chloride ions, copper ions, iron ions and sulfate ions. To treat a water wash and a dry treatment with the metal workpiece. The invention also provides a composite of metal and fibre composite and bonding method for metal and fibre composite.

【指定代表圖】 圖 1

第1頁，共 2 頁(發明摘要)

【代表圖之符號簡單說明】

S1:清潔步驟

S2:微孔化步驟

S3:水洗步驟

S4:乾燥步驟

【發明說明書】

【中文發明名稱】 金屬表面粗化方法、金屬與纖維複材之複合體及其接合方法

【英文發明名稱】 ROUGHENING METHOD OF METAL SURFACE,
COMPOSITE OF METAL AND FIBRE COMPOSITE, BONDING METHOD FOR
METAL AND FIBRE COMPOSITE

【技術領域】

【0001】 本發明主要為一種金屬表面粗化方法，特別是有關於一種利用一蝕刻液對金屬工件表面執行僅需一道次的腐蝕造孔處理，以在該金屬工件表面形成用以結合樹脂的數個微孔洞的金屬與纖維複材之複合體及其接合方法。

【先前技術】

【0002】 因應世界趨勢及推動淨零碳排目標，近年來，自行車結構件、汽車結構件及零件、航太結構件及零件、醫療機器及家電製品等，正在積極發展材料複合化技術，朝輕量化發展迫切，以複合材取代單純使用金屬材料，進而實現在產品的結構設計採用多種材料的組合可以達到輕量化的目標。

【0003】 習知複合材中，將金屬件（例如：鋁）與纖維複材搭配使用，可在保有金屬件的特性外，在輕量化上又可進一步提升，其中，該金屬件與纖維複材為透過膠合或鎖固等結合方式相互接合，為此開發了多種接合膠的使用會增加生產工序，而成為產品之成本升上的主要原因。又，接合膠的使用存在著隨時間增長而黏接力降低，且在高溫下，具有接合強度降低的問題。

【0004】為了因應世界趨勢及政府所推動的淨零碳排（Net Zero）目標，藉由回收拆解該複合材，並將該金屬件回收再循環利用，即可以達到減碳效益。然而，上述接合方式在拆解回收該金屬件與該纖維複材時，易造成拆解回收時的不便與困難，需使用有機溶劑處理劑將接合膠去除，而使用過後的有機溶劑處理劑在處理不當之下，容易導致嚴重的土壤及水質汙染，具有造成環境汙染的問題。

【0005】另外，包含熱塑性樹脂的纖維複材部件與金屬部件的接合性也存在問題，先前技術在成形過程，整體強度仍有改善空間，於外力介入時，於接合面易產生層間剝落、滑移、翹曲甚至斷裂。

【0006】有鑑於此，有必要提供一種金屬表面粗化方法、金屬與纖維複材之複合體及其接合方法，以解決前述之問題。

【發明內容】

【0007】本發明的目的在於提供一種金屬表面粗化方法，有別於其他已揭露之方法需要多道次處理程序，本發明係可以利用一蝕刻液對金屬工件表面執行僅需一道次的腐蝕造孔處理，以在該金屬工件表面形成用以結合樹脂的數個微孔洞。

【0008】本發明的次一目的在於提供一種金屬與纖維複材之接合方法，係可以對金屬工件執行上述金屬表面粗化方法，並使纖維複材所包含的樹脂浸入到該數個微孔洞中，以將該纖維複材與該金屬工件緊密結合。

【0009】本發明的又一目的在於提供一種金屬與纖維複材之複合體，係可以藉由執行上述金屬與纖維複材之接合方法製作而成。

【0010】為達成上述目的，本發明提供一種金屬表面粗化方法，包含：提供一金屬工件；對該金屬工件執行表面清潔；利用一蝕刻液對該金屬工件表面執行僅需一道次的腐蝕造孔處理，以在該金屬工件表面形成包含數個微孔洞之粗化層，該蝕刻液包含氯離子、銅離子、鐵離子及硫酸根離子，該數個微孔洞為沿著該金屬工件的徑向形成側向倒勾型態；對該金屬工件執行一水洗處理；及對該金屬工件執行一乾燥處理。

【0011】在一些實施例中，該金屬工件選自鈦、鉻、不鏽鋼及鋁合金的其中一種。

【0012】在一些實施例中，該蝕刻液溶液中包含重量百分濃度介於 5 % 至 15 % 之濃硫酸、重量百分濃度介於 10 % 至 20 % 之氯化鐵，以及重量百分濃度介於 0.2 % 至 3 % 之氯化銅，其餘為純水，該蝕刻液對該金屬件的蝕刻時間介於 15 秒至 90 秒，蝕刻溫度介於 20 °C 至 40 °C，以沿著該金屬工件的徑向形成側向倒勾型態的該數個微孔洞。

【0013】在一些實施例中，該蝕刻液溶液中包含重量百分濃度介於 10 % 至 13 % 之濃硫酸、重量百分濃度介於 12 % 至 18 % 之氯化鐵，以及重量百分濃度介於 0.3 % 至 1 % 之氯化銅，其餘為純水，該蝕刻液對該金屬件的蝕刻時間介於 15 秒至 90 秒，蝕刻溫度介於 20 °C 至 40 °C，以沿著該金屬工件的徑向形成側向倒勾型態的該數個微孔洞。

【0014】在一些實施例中，該蝕刻液溶液中包含重量百分濃度介於 5 % 至 15 % 之濃硫酸、重量百分濃度介於 10 % 至 20 % 之氯化鐵，重量百分濃度介於 0.2 % 至 3 % 之氯化銅，以及重量百分濃度介於 0.5 % 至 3 % 之硫酸錳，其餘為純水，

該蝕刻液對該金屬件的蝕刻時間介於 15 秒至 90 秒，蝕刻溫度介於 20 °C 至 40 °C，以沿著該金屬工件的徑向形成側向倒勾型態的該數個微孔洞。

【0015】 在一些實施例中，該蝕刻液溶液中包含重量百分濃度介於 10 % 至 13 % 之濃硫酸、重量百分濃度介於 12 % 至 18 % 之氯化鐵，重量百分濃度介於 0.3 % 至 1 % 之氯化銅，以及重量百分濃度介於 1 % 至 2 % 之硫酸錳，其餘為純水，該蝕刻液對該金屬件的蝕刻時間介於 15 秒至 90 秒，蝕刻溫度介於 20 °C 至 40 °C，以沿著該金屬工件的徑向形成側向倒勾型態的該數個微孔洞。

【0016】 在一些實施例中，將該金屬工件以溫度介於 70 °C 至 120 °C 執行該乾燥處理，且該乾燥處理的乾燥時間介於 60 分鐘至 240 分鐘。

【0017】 本發明另提供一種金屬與纖維複材之接合方法，包含：提供一金屬工件，執行前述之金屬表面粗化方法；及將該金屬工件置於一成型模具中加熱，使在一纖維複材中形成熔融態樣的熱塑性樹脂浸入到該數個微孔洞中，以將該纖維複材與該金屬工件結合。

【0018】 本發明再提供一種金屬與纖維複材之複合體，包含：一金屬工件，其表面形成一粗化層，該粗化層具有數個微孔洞，該數個微孔洞為沿著該金屬工件的徑向形成側向倒勾型態；及一纖維複材，包含一熱塑性樹脂，該纖維複材抵接於該金屬工件的粗化層上方，並於抵接處形成一接合面，位於該接合面處的熱塑性樹脂浸入該數個微孔洞，以形成錨固效應，使該纖維複材與該金屬工件結合。

【0019】 在一些實施例中，各該微孔洞的尺寸介於 2 μm 至 23 μm ，粗糙度介於 5 μm 至 35 μm ，蝕刻深度介於 5 μm 至 20 μm 。

【0020】 本發明的金屬表面粗化方法、金屬與纖維複材之複合體及其接合方法具有下列特點：係可以透過該蝕刻液對該金屬工件表面執行僅需一道次的腐蝕造孔處理，以在該金屬工件表面形成側向倒勾型態的數個微孔洞，使在不需使用任何接合膠的情形下，即可藉由浸入該數個微孔洞的樹脂，使該纖維複材與該金屬工件相互結合，並在對該複合物加熱至玻璃轉移溫度（ T_g ）後，即可將該纖維複材與該金屬工件分離。藉此，本發明的金屬表面粗化方法、金屬與纖維複材之複合體及其接合方法，係可以達到簡化蝕刻流程、提升纖維複材與金屬工件之間的接合強度，以及材料具有可回收再循環再生，達到減碳效益等功效；再者，本發明之金屬與纖維複材複合體應用於結構板材上，透過異材接合達到輕量化，表面保有金屬光澤質感，兼具輕量薄型化之優勢，大幅提升其附加價值。

【圖式簡單說明】

【0021】

[圖 1]為本發明之金屬表面粗化方法的方法步驟圖；

[圖 2]為本發明之金屬表面粗化方法的金屬工件表面的蝕刻面積分佈圖；

[圖 3]為本發明之金屬表面粗化方法的金屬工件蝕刻表面的組織圖，其顯示放大倍率 1000 倍的 SEM 圖；

[圖 4]為本發明之本發明金屬與樹脂之接合方法的方法步驟圖；

[圖 5]為本發明之金屬與樹脂之複合體的剖視圖。

【實施方式】

【0022】茲配合圖式將本發明實施例詳細說明如下，其所附圖式主要為簡化之示意圖，僅以示意方式說明本發明之基本結構，因此在該等圖式中僅標示與本發明有關之元件，且所顯示之元件並非以實施時之數目、形狀、尺寸比例等加以繪製，其實際實施時之規格尺寸實為一種選擇性之設計，且其元件佈局形態有可能更為複雜。

【0023】以下各實施例的說明是參考附加的圖式，用以例示本發明可據以實施的特定實施例。本發明所提到的方向用語，例如「上」、「下」、「前」、「後」等，僅是參考附加圖式的方向。因此，使用的方向用語是用以說明及理解本申請，而非用以限制本申請。另外，在說明書中，除非明確地描述為相反的，否則詞語“包含”將被理解為意指包含所述元件，但是不排除任何其它元件。

【0024】請參照圖 1 所示，其係本發明金屬表面粗化方法的一較佳實施例，係包含以下步驟。

【0025】一清潔步驟 S1：提供一金屬工件，並對該金屬工件執行表面清潔，在本實施例中，該金屬工件可以選自鈦、鉻、不鏽鋼及鋁合金的其中一種，並以鋁合金作為以下說明。在一實施例中，鋁合金以有機溶劑，例如：丙酮或乙醇，浸泡震盪清洗 10 至 20 分鐘。

【0026】一微孔化步驟 S2：利用一蝕刻液對該金屬工件表面執行僅需一道次的腐蝕造孔處理，以在該金屬工件表面形成包含數個微孔洞之粗化層，其中，該蝕刻液包含氯離子、銅離子、鐵離子、錳離子及硫酸根離子。

【0027】在一第一實施例中，該蝕刻液溶液中包含重量百分濃度介於 5 % 至 15 % 之濃硫酸、重量百分濃度介於 10 % 至 20 % 之氯化鐵，以及重量百分濃度介於 0.2 % 至 3 % 之氯化銅，其餘為純水。

【0028】 在一第二實施例中，該蝕刻液溶液中包含重量百分濃度介於 10 % 至 13 % 之濃硫酸、重量百分濃度介於 12 % 至 18 % 之氯化鐵，以及重量百分濃度介於 0.3 % 至 1 % 之氯化銅，其餘為純水。

【0029】 上述蝕刻液對該金屬工件的蝕刻時間介於 15 秒至 90 秒，蝕刻溫度介於 20 °C 至 40 °C，以沿著該金屬工件的徑向形成側向倒勾型態的該數個微孔洞。藉此，即可成形用以提供熔融態樹脂流入而與該金屬工件形成結合的微孔洞。

【0030】 在一第三實施例中，該蝕刻液溶液中包含重量百分濃度介於 5 % 至 15 % 之濃硫酸、重量百分濃度介於 10 % 至 20 % 之氯化鐵，重量百分濃度介於 0.2 % 至 3 % 之氯化銅，以及重量百分濃度介於 0.5 % 至 3 % 之硫酸錳，其餘為純水。

【0031】 在一第四實施例中，該蝕刻液溶液中包含重量百分濃度介於 10 % 至 13 % 之濃硫酸、重量百分濃度介於 12 % 至 18 % 之氯化鐵，重量百分濃度介於 0.3 % 至 1 % 之氯化銅，以及重量百分濃度介於 1 % 至 2 % 之硫酸錳，其餘為純水。

【0032】 上述蝕刻液對該金屬工件的蝕刻時間介於 15 秒至 90 秒，蝕刻溫度介於 20 °C 至 40 °C，以沿著該金屬工件的徑向形成側向倒勾型態的該數個微孔洞，該數個微孔洞的尺寸可以如下列表格所示。藉此，即可成形用以提供熔融態樹脂流入而與該金屬工件形成結合的微孔洞，並使該金屬工件表面的蝕刻均勻度相對更佳。

【0033】 請同時參照圖 2、3，其分別為在掃描電子顯微鏡（SEM）放大倍率 1000 倍之下的組織圖，及其蝕刻面積分佈數據。當該金屬工件為型號 AA5052-

H32，且以包含硫酸錳的該蝕刻液對該金屬工件進行蝕刻時，其具有最佳的蝕刻狀況，且蝕刻面積整體分佈大約落在 90.92%。

【0034】 表格：金屬工件表面蝕刻數據表

蝕刻時間 (S)	15	25	30	40	60	90
微孔洞尺寸 (μm)	2~7	5~10	7~13	8~15	12~17	15~23
粗糙度 (μm)	5~10	10~14	13~16	15~20	18~24	12~16
拉伸強度 (MPa)	15	28	30	25	20	18

【0035】 一水洗步驟 S3：對該金屬工件執行一水洗處理，其中，該水洗處理的水洗溫度介於 20℃至 40℃，水洗時間介於 0.5 分鐘至 5 分鐘。較佳地，在執行該水洗處理的過程中，係可以輔以攪拌程序，例如：利用超音波、噴流或導入空氣等方式進行攪拌，並且以純水進行水洗。

【0036】 一乾燥步驟 S4：對該金屬工件執行一乾燥處理。詳言之，將該金屬工件以溫度介於 70℃至 120℃執行該乾燥處理，且該乾燥處理的乾燥時間介於 60 分鐘至 240 分鐘。

【0037】 請參照圖 4 所示，其係本發明金屬與纖維複材之接合方法的一較佳實施例，係包含下列步驟。

【0038】 一粗化步驟 S5：提供一金屬工件，並執行上述金屬表面粗化方法（步驟：S1~S4），以沿著該金屬工件的徑向形成側向倒勾型態的數個微孔洞。

【0039】 一結合步驟 S6：將該金屬工件置於一成型模具中加熱，使在一纖維複材中形成熔融態樣的熱塑性樹脂浸入到該數個微孔洞中，以將該纖維複材

與該金屬工件結合，在本實施例中，該熱塑性樹脂係為聚碳酸酯（PC），並與玻璃纖維形成該纖維複材，且該金屬工件與該纖維複材為採用熱壓成型方式結合。

【0040】請參照圖 5 所示，其係本發明金屬與纖維複材之複合體的一較佳實施例，該金屬與纖維複材之複合體 C 係包含：一金屬工件 1 及一纖維複材 2，該纖維複材 2 結合於該金屬工件 1。

【0041】該金屬工件 1 的表面形成一粗化層 11，該粗化層 11 具有數個微孔洞 12，在本實施例中，該金屬工件 1 可以選自鈦、鉻、不鏽鋼及鋁合金的其中一種，且可以根據前述金屬表面粗化方法，使該數個微孔洞 12 沿著該金屬工件 1 的徑向形成側向倒勾型態。具體而言，各該微孔洞 12 的尺寸介於 $2\ \mu\text{m}$ 至 $23\ \mu\text{m}$ ，粗糙度（Rz）介於 $5\ \mu\text{m}$ 至 $35\ \mu\text{m}$ ，蝕刻深度介於 $5\ \mu\text{m}$ 至 $20\ \mu\text{m}$ 。

【0042】該纖維複材 2 包含一熱塑性樹脂 2a，該纖維複材 2 抵接於該金屬工件 1 的粗化層 11 上方，並於抵接處形成一接合面 21；位於該接合面 21 處的熱塑性樹脂 2a 浸入該數個微孔洞 12，以形成錨固效應，使該纖維複材 2 與該金屬工件 1 結合，在本實施例中，該熱塑性樹脂 2a 為聚碳酸酯，該聚碳酸酯分散在玻璃纖維 2b 所織成的布中，以形成該纖維複材 2，且該纖維複材 2 與該金屬工件 1 為採用熱壓成型方式結合。藉此，係可以獲得該金屬工件 1 與該纖維複材 2 的接合強度介於 15 MPa 至 30 MPa 之間的複合體，詳細數據可以如上述表格所示。

【0043】在其他實施例中，該纖維複材 2 還可以係由短纖維或長纖維等纖維分散在該熱塑性樹脂 2a 所織成，並透過射出成形、擠出成形、加熱壓製成形、壓縮成形或熔射成形等方式與該金屬工件 1 接合。

【0044】 承上所述，本發明的金屬表面粗化方法、金屬與纖維複材之複合體及其接合方法，係可以透過該蝕刻液對該金屬工件表面執行僅需一道次的腐蝕造孔處理，以在該金屬工件表面形成側向倒勾型態的數個微孔洞，使在不需使用任何接合膠的情形下，即可藉由浸入該數個微孔洞的樹脂，使該纖維複材與該金屬工件相互結合，並在對該複合物加熱至玻璃轉移溫度（ T_g ）後，即可將該纖維複材與該金屬工件分離。藉此，本發明的金屬表面粗化方法、金屬與纖維複材之複合體及其接合方法，係可以達到簡化蝕刻流程、提升纖維複材與金屬工件之間的接合強度，以及材料具有可回收再循環再生，達到減碳效益等功效；再者，本發明之金屬與纖維複材複合體應用於結構板材上，透過異材接合達到輕量化，表面保有金屬光澤質感，兼具輕量薄型化之優勢，大幅提升其附加價值。

【0045】 上述揭示的實施形態僅例示性說明本發明之原理、特點及其功效，並非用以限制本發明之可實施範疇，任何熟習此項技藝之人士均可在不違背本發明之精神及範疇下，對上述實施形態進行修飾與改變。任何運用本發明所揭示內容而完成之等效改變及修飾，均仍應為下述之申請專利範圍所涵蓋。

【符號說明】

【0046】

〔 本發明 〕

1:金屬工件

11:粗化層

12:微孔洞

2:纖維複材

2a:熱塑性樹脂

2b:玻璃纖維

21:接合面

C:金屬與纖維複材之複合體

S1:清潔步驟

S2:微孔化步驟

S3:水洗步驟

S4:乾燥步驟

S5:粗化步驟

S6:結合步驟

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種金屬表面粗化方法，包含：

提供一金屬工件；

對該金屬工件執行表面清潔；

利用一蝕刻液對該金屬工件表面執行僅需一道次的腐蝕造孔處理，以在該金屬工件表面形成包含數個微孔洞之粗化層，該蝕刻液包含氯離子、銅離子、鐵離子及硫酸根離子，該數個微孔洞為沿著該金屬工件的徑向形成側向倒勾型態；

對該金屬工件執行一水洗處理；及

對該金屬工件執行一乾燥處理。

【請求項2】 如請求項 1 所述之金屬表面粗化方法，其中，該金屬工件選自鈦、鉻、不鏽鋼及鋁合金的其中一種。

【請求項3】 如請求項 1 所述之金屬表面粗化方法，其中，該蝕刻液溶液中包含重量百分濃度介於 5 %至 15 %之濃硫酸、重量百分濃度介於 10 %至 20 %之氯化鐵，以及重量百分濃度介於 0.2 %至 3 %之氯化銅，其餘為純水，該蝕刻液對該金屬件的蝕刻時間介於 15 秒至 90 秒，蝕刻溫度介於 20 °C至 40 °C，以沿著該金屬工件的徑向形成側向倒勾型態的該數個微孔洞。

【請求項4】 如請求項 1 所述之金屬表面粗化方法，其中，該蝕刻液溶液中包含重量百分濃度介於 10 %至 13 %之濃硫酸、重量百分濃度介於 12 %至 18 %之氯化鐵，以及重量百分濃度介於 0.3 %至 1 %之氯化銅，其餘為純水，該蝕刻液對該金屬件的蝕刻時間介於 15 秒至 90 秒，蝕刻溫度介於 20 °C至 40 °C，以沿著該金屬工件的徑向形成側向倒勾型態的該數個微孔洞。

【請求項5】 如請求項 1 所述之金屬表面粗化方法，其中，該蝕刻液溶液中包含重量百分濃度介於 5 %至 15 %之濃硫酸、重量百分濃度介於 10 %至 20 %之氯化鐵，重量百分濃度介於 0.2 %至 3 %之氯化銅，以及重量百分濃度介於 0.5 %至 3 %之硫酸錳，其餘為純水，該蝕刻液對該金屬件的蝕刻時間介於 15 秒至 90 秒，蝕刻溫度介於 20 °C 至 40 °C，以沿著該金屬工件的徑向形成側向倒勾型態的該數個微孔洞。

【請求項6】 如請求項 1 所述之金屬表面粗化方法，其中，該蝕刻液溶液中包含重量百分濃度介於 10 %至 13 %之濃硫酸、重量百分濃度介於 12 %至 18 %之氯化鐵，重量百分濃度介於 0.3 %至 1 %之氯化銅，以及重量百分濃度介於 1 %至 2 %之硫酸錳，其餘為純水，該蝕刻液對該金屬件的蝕刻時間介於 15 秒至 90 秒，蝕刻溫度介於 20 °C 至 40 °C，以沿著該金屬工件的徑向形成側向倒勾型態的該數個微孔洞。

【請求項7】 如請求項 1 所述之金屬表面粗化方法，其中，將該金屬工件以溫度介於 70 °C 至 120 °C 執行該乾燥處理，且該乾燥處理的乾燥時間介於 60 分鐘至 240 分鐘。

【請求項8】 一種金屬與纖維複材之接合方法，包含：

提供一金屬工件，執行如請求項 1 至 7 中任一項所述之金屬表面粗化方法；
及

將該金屬工件置於一成型模具中加熱，使在一纖維複材中形成熔融態樣的熱塑性樹脂浸入到該數個微孔洞中，以將該纖維複材與該金屬工件結合。

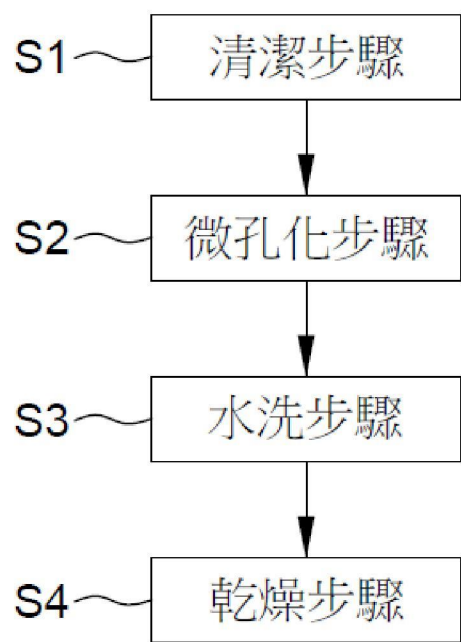
【請求項9】 一種金屬與纖維複材之複合體，包含：

一金屬工件，其表面形成一粗化層，該粗化層具有數個微孔洞，該數個微孔洞為沿著該金屬工件的徑向形成側向倒勾型態；及

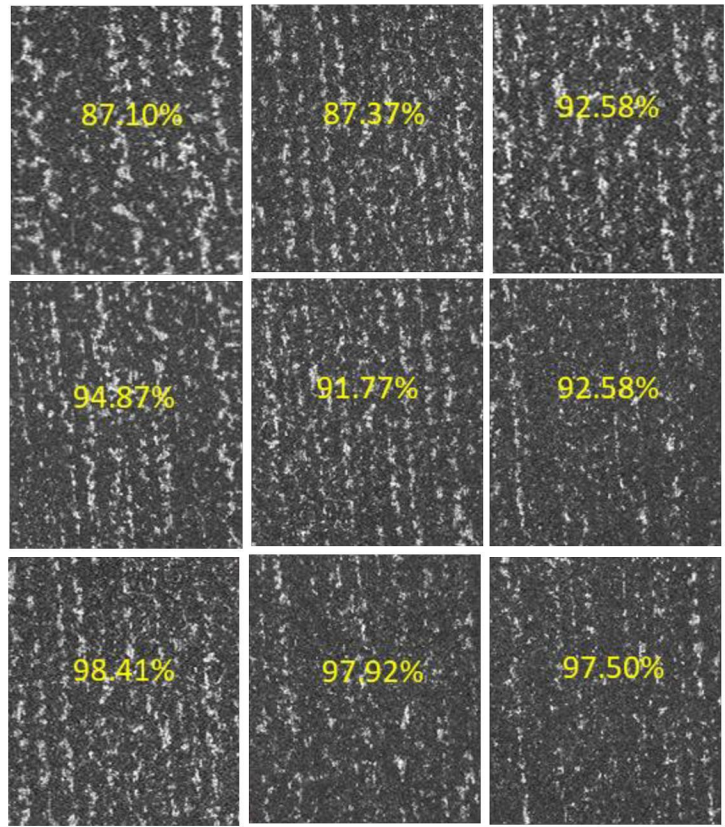
一纖維複材，包含一熱塑性樹脂，該纖維複材抵接於該金屬工件的粗化層上方，並於抵接處形成一接合面，位於該接合面處的熱塑性樹脂浸入該數個微孔洞，以形成錨固效應，使該纖維複材與該金屬工件結合。

【請求項10】 如請求項 9 所述之金屬與纖維複材之複合體，其中，各該微孔洞的尺寸介於 $2\ \mu\text{m}$ 至 $23\ \mu\text{m}$ ，粗糙度介於 $5\ \mu\text{m}$ 至 $35\ \mu\text{m}$ ，蝕刻深度介於 $5\ \mu\text{m}$ 至 $20\ \mu\text{m}$ 。

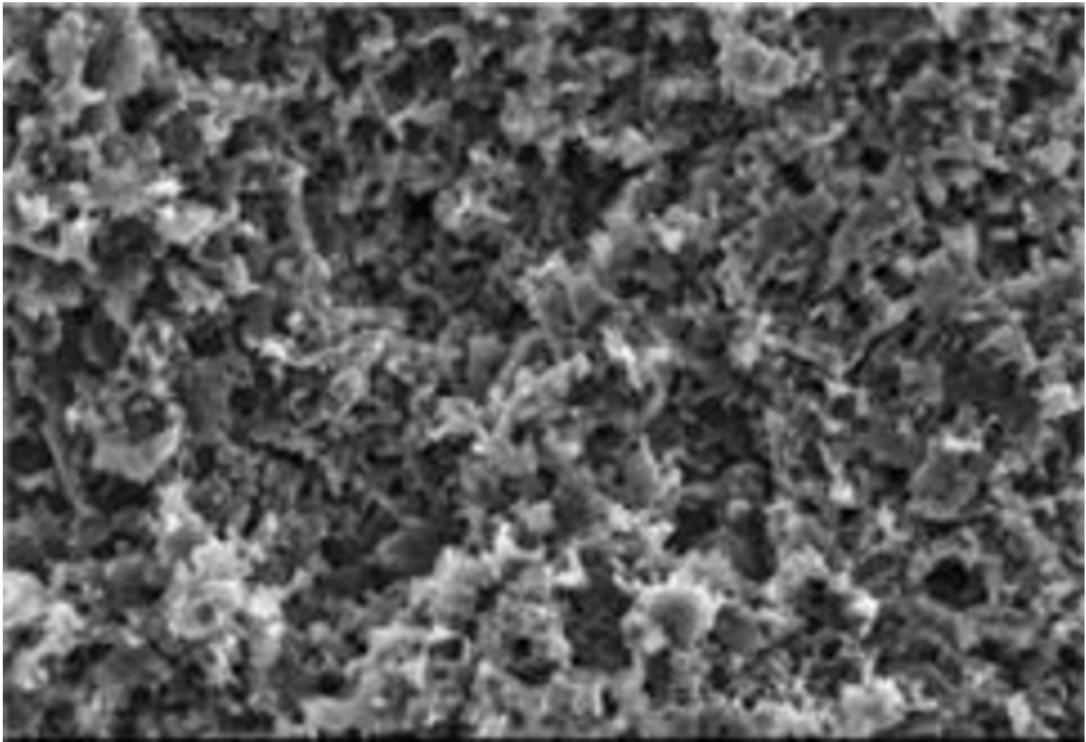
【發明圖式】



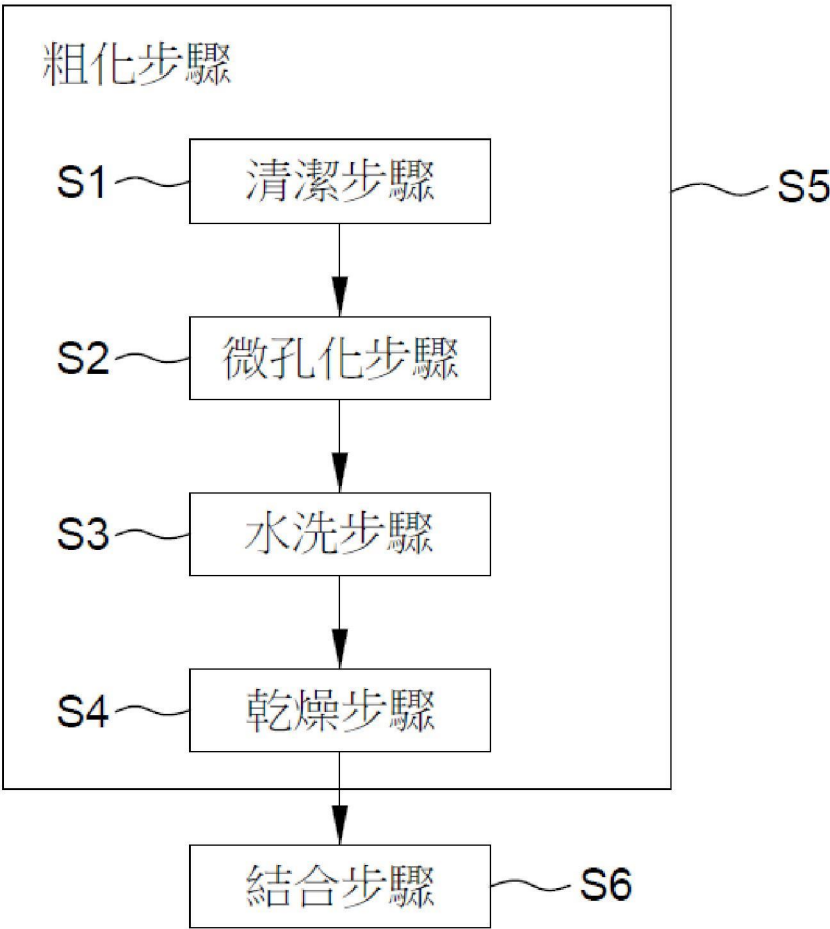
【圖1】



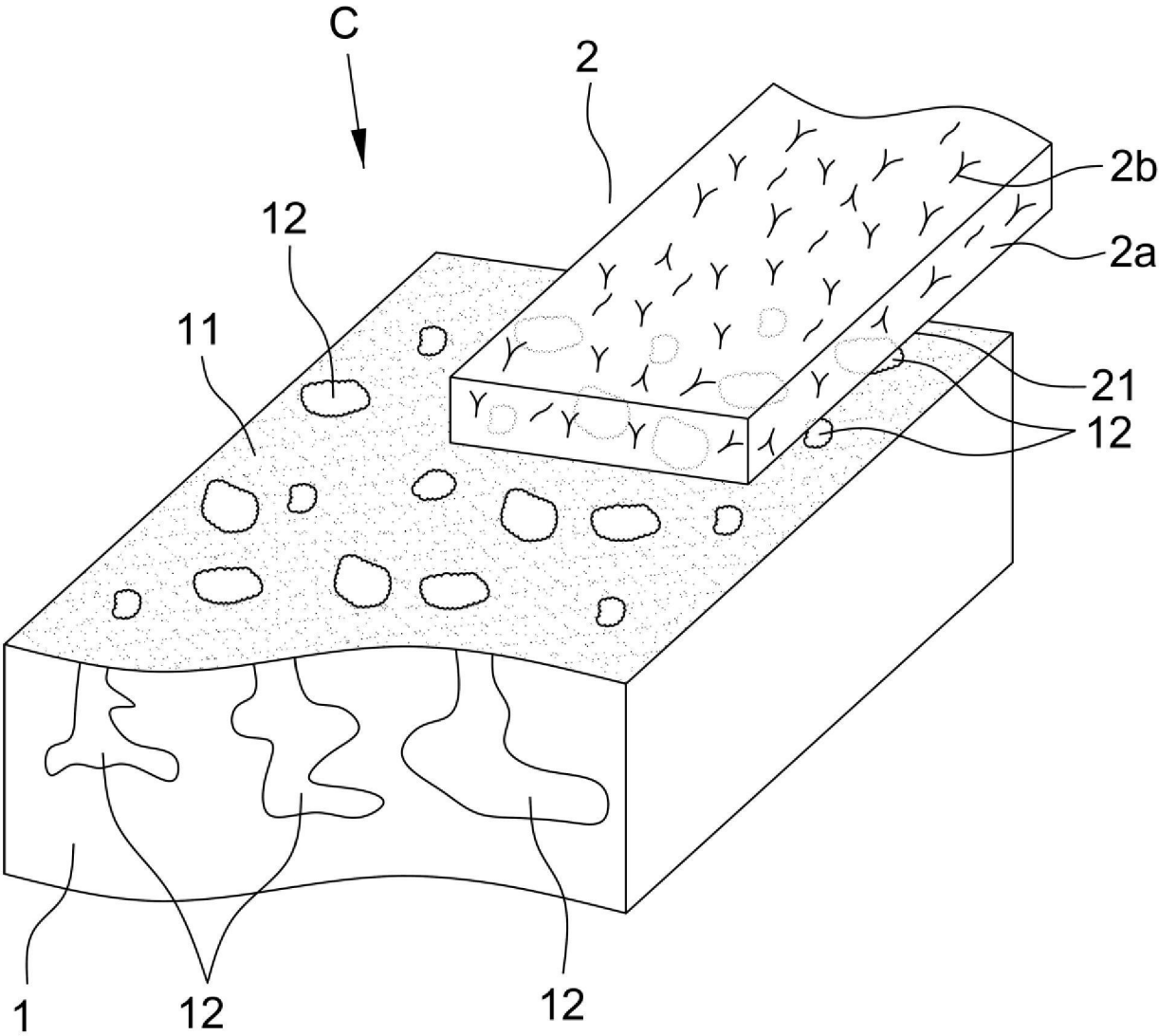
【圖2】



【圖3】



【圖4】



【圖5】