

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：97145910

※ 申請日期：97.11.27

※IPC 分類：B28D 1/00 (2006.01)
B24D 3/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

微細裂縫石材修補強化方法

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

財團法人石材暨資源產業研究發展中心

代表人：(中文/英文)

林慶明

住居所或營業所地址：(中文/英文)

(973)花蓮縣吉安鄉光華村南濱路 1 段 534 號

國籍：(中文/英文)

中華民國

三、發明人：(共 2 人)

姓名：(中文/英文)

1. 郭志成

2. 黃菽菡

國籍：(中文/英文)

1、2 皆為中華民國

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於一種石材修補的方法，特別是指一種可增進表面平整度與光澤品質的微細裂縫石材修補強化方法。

【先前技術】

天然石材因具有特殊的紋路與色澤，一直深受建築師和消費者的青睞，並在建材市場佔有一席之地。隨著世界石材礦產不斷開發，新品種石材陸續問世，更促進建築師和消費者將大量石材運用在居家建材上，尤其近年來，大理石和化石石材憑藉著本身特有的柔和色彩和紋路，擄獲室內設計師和消費者的心，在國內建築市場興起一陣使用熱潮，逐漸與花崗石並駕齊驅。然而細探石材的成因與結構，發現不同石材因成形原因不同，成分與結構呈現極大的差異，尤其是化石石材，因其屬於沈積岩，本身結構較鬆散，以致研磨拋光後，表面仍會留有微細裂縫和孔洞，無法達到較光澤平整表面的品質要求。

目前石材業者對於具裂縫和孔洞的石材，其修補強化方法乃是使用環氧樹脂，搭配半自動補膠設備或戶外板車等設施，以人工補膠方式，填補石材的裂縫和孔洞，待樹脂硬化後，再對補膠的石材表面進行研磨拋光。

雖然能以上述石材修補強化方法填補多數石材表面的裂縫和孔洞，但實際上仍存有下列缺失：

由於環氧樹脂為一高黏度樹脂，其黏度高達 11000～

16000 cps，流動性較差，以致無法滲入並填補石材的微細裂縫和孔洞，雖然能修補一般孔徑較大的裂縫或孔洞，卻無法修補石材上孔徑更小的微細裂縫和孔洞。此外，由於環氧樹脂硬化物的耐磨性較差，當添加有稀釋劑時，其機械強度會降低，在研磨拋光後，反而會在石材表面留下許多微細裂縫和孔洞，甚至會造成石材某些區域的礦物晶粒被拔除，反而產生新的微細坑洞，使該石材表面的平滑度受損，使現有的修補強化方法具有修補效果相對較差的缺失。

【發明內容】

因此，本發明的目的是在提供一種可確實修補石材的微細裂縫和孔洞，並能增加石材表面的平整光澤，以充分展現石材紋路與色澤的微細裂縫石材修補強化方法。

於是，本發明微細裂縫石材修補強化方法，包含有下列步驟：

(a)以含有預定粒徑的磨料對一具有微細裂縫與孔洞的石材進行粗磨；

(b)以清水洗淨經步驟(a)處理的石材並烘乾；

(c)配製一修補液，該修補液是由一含有矽溶膠的奈米環氧樹脂與一硬化劑依預定比例調配混合而成；

(d)控制該石材表面溫度為 $50^{\circ}\text{C} \sim 65^{\circ}\text{C}$ ，將該修補液倒在該石材表面，並沿該石材表面均勻塗抹該修補液，以使該修補液滲入並填補石材上的微細裂縫與孔洞；

(e)經一段預定時間後，再以步驟(c)所調配的修補液對該石材進行第二次修補；

(f)待塗抹於該石材表面的修補液達到膠化(gel)狀態後，將該已修補的石材置於室溫下一段時間，藉以使該修補液完全硬化，而有利於後續的處理程序；及

(g)對該已修補的石材表面進行較後階段粗磨、細磨和拋光處理。

本發明的有益效果在於：藉由先粗磨、次修補、再細磨拋光的處理程序，使隱藏在石材表面下的微細裂縫和孔洞能提早露出，進行修補時含有矽溶膠的環氧樹脂就能順利滲入，藉此可有效避免在細磨拋光後，隱藏在石材內部的微細裂縫和孔洞再度出現。另外，以添加有矽溶膠的環氧樹脂作為修補液的原料，可增強膠化後的環氧樹脂硬化物的硬度和耐磨性，可解決石材在細磨拋光後產生新瘡疤的問題，而維持整體製程的操作溫度則有利於石材的微細裂縫和孔洞擴張，並能降低環氧樹脂的黏度及增加其流動性，同樣能促使奈米環氧樹脂更容易滲入石材內部的細裂縫和孔洞，因此，透過本發明的修補強化方法，能確實填補石材表面的微細裂縫和孔洞，再經較後階段粗磨、細磨、拋光後就能使石材表面平整光亮，並顯現清晰的紋路和明亮的色澤，使本發明具有較佳的修補強化效果。

【實施方式】

本發明微細裂縫石材修補強化方法的前述以及其他技術內容、特點與功效，在以下配合參考圖式的一較佳實施例的詳細說明中，將可清楚地明白。

參閱圖 1，本發明微細裂縫石材修補強化方法一較佳實

施例包含有下列步驟，：

步驟 101 是以含有預定粒徑的磨料對一具有微細裂縫與孔洞的石材進行粗磨。

其中，該石材可為一選自下列群組中的材質：花崗石、大理石、蛇紋石、化石及石灰岩。且是分別使用一具有選自下列群組中的粒徑的磨料對該石材進行粗磨：46 篩目(mesh)、60 篩目、80 篩目、120 篩目、180 篩目、220 篩目、240 篩目、320 篩目、400 篩目，及此等之一組合。使用時是依粒徑大小由粗而細使用，該等篩目規格是採用泰勒(Tyler)標準篩目，且其篩目實質上所對應的微米(μm)粒徑值可用下式計算：

$14900/\text{篩目} = \text{微米}(\mu\text{m})\text{粒徑值}$ 。例如，60 篩目的磨料，其研磨粒徑約為 $248\mu\text{m}$ ($14900/60$)。

步驟 102 是以清水洗淨經步驟 101 粗磨處理的石材並烘乾。

其中，烘乾的方式不應受限，可使用一選自下列群組中的方法進行烘乾：以半自動補膠設備烘乾、以全自動補膠設備烘乾、在陽光下曝曬、以瓦斯槍烘烤，及此等之一組合。在此是將洗淨的石材置於半自動補膠設備上烘乾。

步驟 103 是配製一修補液，該修補液是由一含有矽溶膠的奈米環氧樹脂與一硬化劑依預定比例調配混合而成。

其中，該奈米環氧樹脂包含有矽溶膠和環氧樹脂，藉由在該環氧樹脂添加矽溶膠，使該奈米環氧樹脂的黏度比一般市面上的環氧樹脂(黏度高達 $11000\text{cps}\sim 16000\text{cps}$)的黏

度低，且其黏度可降低至數千 cps 而有較高的流動性，由於矽溶膠是由多數個呈溶膠型態的二氧化矽所形成，且該等二氧化矽的粒徑是小於 20nm，較容易隨環氧樹脂滲入石材的微細裂縫和孔洞中，而能達到確實地填補該等微細裂縫和孔洞的效果。

較佳地，以該奈米環氧樹脂的總重計，該矽溶膠的含量是 3 wt%~10 wt%。更佳地，以該奈米環氧樹脂的總重計，該矽溶膠的含量則是 3 wt%~6 wt%。若矽溶膠的含量過低，則填補效果有限；若矽溶膠的含量過高，則修補後的石材表面硬度太高，當直接以細磨處理時，可能無法將石材表面所有樹脂硬化物去除，必須再重新粗磨處理，反而增加研磨處理的時間和成本，因此，該矽溶膠的含量較佳是維持在 3 wt%~6 wt%。其中，該奈米環氧樹脂可以使用市售之含有特定比例矽溶膠的奈米環氧樹脂(內含 20wt%~30wt% 粒徑為 20nm 以下的矽溶膠)，再加入不同份量的泛用型(bisphenol A)環氧樹脂(即未含有矽溶膠的樹脂)調配出所需求的不同比例矽溶膠的奈米環氧樹脂(通稱 A 劑)後，再與該硬化劑(通稱 B 劑)混合形成該修補液。在本實施例中，該硬化劑是選自於胺類化合物，且較佳地，該硬化劑為一選自下列群組中的物質：三乙基四胺(triethylene tetramine，簡稱為 TETA)、四乙基五胺(tetraethylene pentamine，簡稱為 TEPA)、N-氨基乙基對二氮己環(N-aminoethyl piperazine，簡稱為 N-AEP)，及此等之一組合。

當調配該修補液時，實質上是使該修補液中的奈米環

氧樹脂的環氧當量濃度等於該硬化劑中的活性氫當量濃度，例如，當所使用的環氧樹脂的環氧當量為 187，所使用的硬化劑的活性氫當量為 24.33，則可依下式計算每 100 克環氧樹脂需多少克硬化劑相調配成該修補液：

$$100 \text{ 克環氧樹脂所需的硬化劑克數} = \frac{\text{硬化劑活性氫當量}}{\text{環氧當量}} \times 100$$

$$\text{即 } \frac{24.33}{187} \times 100 = 13, \text{ 據此可計算出 } 100 \text{ 克的環氧樹脂需}$$

13 克硬化劑相調配。其中，“活性氫”是指能與環氧樹脂的環氧基反應的胺基上的氫。

值得說明的是，視欲修補石材的裂縫、孔洞和孔隙率大小，還可決定是否再於該奈米環氧樹脂中添加一稀釋劑，以配合市售的奈米環氧樹脂(內含 20wt%~30wt%且粒徑 20nm 以下的矽溶膠)和泛用型環氧樹脂(bisphenol A)，調配為含有預定濃度矽溶膠與預定黏度的奈米環氧樹脂(通稱 A 劑)，再與胺類硬化劑(通稱 B 劑)混合為該修補液。其中，該稀釋劑為一選自下列群組中的物質：苯甲醇(benzyl alcohol)、碳酸丙烯酯(propylene carbonate)、烯丙基環氧丙基醚(allyl glycidyl ether，簡稱為 AGE)、丁基環氧丙基醚(butyl glycidyl ether，簡稱濕 BGE)，以及此等之一組合。當有添加該稀釋劑時，以該奈米環氧樹脂的總重計，該稀釋劑的含量是小於 30wt%，且較佳地，該稀釋劑的含量是介於 20 wt%~30wt%。由於稀釋劑的含量愈低，則修補液的黏度愈高，其滲入石材內部的效果也相對較差，若稀釋劑

的含量愈高，則硬化物的機械強度愈低，硬度和耐磨性愈差，因此，需將稀釋劑的含量控制在一適當的範圍，因此，較佳是使該稀釋劑的含量維持在 20 wt%~30wt%。需要補充說明的是，添加稀釋劑的主要目的為降低黏度，藉此，可調配出具有較低黏度的修補液，以供結構鬆散，但表面幾乎無可見的裂縫與孔洞的高吸水率石材使用。但該稀釋劑並非該奈米環氧樹脂的必要成分，即使該奈米環氧樹脂未添加稀釋劑，仍可與該硬化劑相配合調配為該修補液。

步驟 104 是保持該石材表面溫度在 50°C~65°C，將該修補液倒在該石材表面，並以鏟刀沿該石材表面來回均勻塗抹該修補液，以使石材每個部分皆塗佈上該修補液，及使該修補液滲入並填補石材上的微細裂縫與孔洞。隨後藉由同一輸送帶將該石材送至另一開放式烘台，並以 50°C~65°C 加熱。藉由維持整體製程的操作溫度，使該石材保持在預定的高溫，有利於石材的微細裂縫和孔洞擴張，同時可大幅降低奈米環氧樹脂的黏度，並增加其流動性，使該修補液更易於滲入石材內部。

步驟 105 是使該石材通過該開放式烘台加熱約 5 分鐘，再以步驟 103 所調配的修補液再次塗抹石材表面，以對該石材進行第二次修補，並藉此確保該修補液中的奈米環氧樹脂完全滲入所有微細裂縫和孔洞內。上述方式主要是針對該石材是在半自動補膠設備進行修補時使用。

此外，當使用全自動補膠設備加熱該石材時，實質上是使該石材靜置於一烘台上加熱 5~20 分鐘，再進行第二次

修補。當石材是在戶外板車進行修補時，則是使該石材靜置在陽光下曝曬 5~20 分鐘，再進行第二次修補。

步驟 106 是等待塗抹於該石材表面的修補液達到以手碰觸而不沾手的膠化狀態後，將該已修補的石材在溫度 18°C~32°C (即一般廠房溫度) 的室內環境下靜置 2 天。其中，上述的膠化狀態是指樹脂定型而無法流動的狀態，且用手指碰觸不會發生沾手與變形的情形。雖然該修補液中的環氧樹脂膠化後，可達不沾手的狀態，但仍然未完全硬化，若此時進行後續的研磨拋光處理，可能因硬化物硬度低，導致部分區域被磨除，造成表面更為不平整，所以，需將該石材再置於室溫下一段時間以使其完全硬化。

值得一提的是，當以半自動補膠設備與全自動補膠設備進行石材修補時，該半自動補膠設備中包括 2~3 個平面式烘台(oven)和一輸送帶，該等烘台是用於加熱該石材，該輸送帶則是用於輸送該石材，當石材通過第一個烘台時可被烘乾，並於通過後再進行如步驟 104 所述的第一次修補，當石材通過第二個烘台，是先進行如步驟 105 所述的加熱該石材，且於該石材通過該第二個烘台後作第二次修補。該全自動補膠設備則包括 1 個堆疊塔式烘台、1 個修補液自動噴灑單元、1 個修補液自動塗佈單元和 1 條輸送帶，其中，該烘台是用於烘乾該石材，並於塗佈修補液後進行後硬化(postcure)使用。

步驟 107 是分別以後階段粗磨的粗磨石、細磨石和拋光磨石對該已修補的石材表面進行較後階段粗磨、細磨和

拋光處理，以去除石材表面的奈米環氧樹脂硬化物，最後，使該石材表面顯現清晰的紋路和明亮的色澤。

值得說明的是，由於在該修補液中添加有含有矽溶膠的奈米環氧樹脂，而矽溶膠即為粒徑 20nm 以下的奈米二氧化矽，由於其粒徑小，能有效填入微細裂縫與孔洞內，加上環氧樹脂對石材具有優異的接著性，且二氧化矽的摩氏硬度 (Moh's Hardness) 值高達 7，其與環氧樹脂和硬化劑所形成的硬化物的耐磨性較單純的環氧樹脂和硬化劑所形成的硬化物的耐磨性高，並能緊抓礦物晶粒而不易在研磨時被拔除，所以，可徹底解決石板研磨拋光後產生瘡疤的問題，而能達到較平整的表面品質。

《具體例一》

具有微細裂縫和孔洞的黑金峰(一種深褐色化石)石材，依次以 7 種市售且具不同粒徑的大理石磨石(內含 46、60、120、180、220、240，及 320mesh 磨料)粗磨，以水洗淨後，置於半自動補膠設備上，藉由輸送帶通過一個第一開放式烘台，以完全烘乾該黑金峰石材，並保持其表面溫度在 57~62°C。將預先調配好且含有 6wt%，粒徑小於 20nm 矽溶膠的奈米環氧樹脂(A 劑)與作為硬化劑的四乙烯基五胺(tetraethylene pentamine，簡稱為 TEPA)(B 劑)，使該奈米環氧樹脂的環氧當量濃度=該硬化劑的活性氫當量濃度的適當比例，充分混合為該修補液，再倒在該黑金峰石材表面，並以鏟刀來回均勻塗抹，使該修補液中的奈米環氧樹脂滲入並填補石材。隨後使黑金峰石材通過一個第二開放式烘台，並

使其表面溫度仍維持在 $57^{\circ}\text{C} \sim 62^{\circ}\text{C}$ 。再使用相較第一次修補所用的修補液還要少量的修補液塗抹該石材，並重覆上述補膠程序，以確保所有露出的裂縫和孔洞完全為奈米環氧樹脂填滿。最後，黑金峰石材經輸送帶送抵尾端時，塗抹在其表面的修補液內的奈米環氧樹脂會與硬化劑相反應並達到膠化狀態。

經修補後的黑金峰石材先在室溫(約 $18 \sim 32^{\circ}\text{C}$)下靜置兩天，再置於一自動多磨頭研磨台，設定該石材行進速度(X軸方向)為 $56 \sim 63\text{cm}/\text{min}$ ，磨頭來回移動速度(Y軸方向)為 $60\text{ m}/\text{min}$ ，以下列不同粒徑(mesh)磨料的大理石磨石依次研磨拋光：

磨頭	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
磨石 (mesh)	220	220	220	220	240	240	320	320	400	600	800	拋光	拋光	3000

研磨拋光後的黑金峰石材，表面平整光滑，不見微細裂縫和孔洞，而且以光澤度計量測石材表面光澤度時，顯示其光澤度高達 94。

其中，石材光澤度的測試方法是依據 CNS7773 量測，所用儀器為日本 Sanwa Kenma IG-310 光澤度計。

〈具體例二〉

待修補石材的種類、所用的修補液、第二次修補和後續研磨拋光程序與〈具體例一〉相同，不同處為黑金峰石材粗磨前處理，乃是以 8 種市售且具不同粒徑的大理石磨石(內含 46、60、120、180、220、240、320 及 400mesh 磨料)依序進行粗磨，粗磨後以水洗淨，再置於半自動補膠設

備上。經本具體例的方法處理後的黑金峰石材，表面仍然平整光滑，且不見微細裂縫和孔洞，當以如《具體例一》所示的測試方法及光澤度計量測石板表面光澤度時，顯示其光澤度高達 94。

《具體例三》

黑金峰石材粗磨前處理、所用修補液與《具體例一》相同，不同處為修補步驟和後續研磨拋光步驟。

本具體例在塗抹該修補液後，是以戶外曝曬進行後硬化反應，經粗磨前處理的黑金峰石材置於戶外板車上，以瓦斯噴槍烘烤該石材表面，去除石材內部水分後，控制石材表面溫度在 $57\sim 61^{\circ}\text{C}$ 。將預先調配好且含有 6wt%，粒徑小於 20nm 矽溶膠的奈米環氧樹脂(A 劑)，與作為硬化劑的四乙基五胺(tetraethylene pentamine, TEPA)(B 劑)依所計算出的環氧當量濃度與活性氫當量濃度，決定其用量比例，並充分混合為該修補液，並將該修補液倒在黑金峰石材表面，以鏟刀來回均勻塗抹，使奈米環氧樹脂滲入並填補石材。20 分鐘後，重覆上述黑金峰石材修補程序，確保所有裂縫和孔洞完全為奈米環氧樹脂填滿，直到塗抹於該石材表面的修補液內的奈米環氧樹脂與硬化劑相反應並達到膠化狀態，再卸下該石材，並送至廠內安放靜置。

修補後的黑金峰石材在室溫下靜置兩天，再置於自動多磨頭研磨台，設定該石材的行進速度(X 軸方向)為 $62\sim 68\text{cm}/\text{min}$ ，磨頭來回移動速度(Y 軸方向)為 $60\text{ m}/\text{min}$ ，以下列不同磨料粒徑(mesh)的大理石磨石依次進行研磨與拋光處

理：

磨頭	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
磨石 (mesh)	120	120	120	180	180	180	220	220	240	320	400	600	800	拋光	拋光	3000

研磨拋光後的黑金峰石材，表面平整光滑，不見微細裂縫和孔洞，而且以如《具體例一》所示的測試方式與光澤度計量測石材表面光澤度，顯示其光澤度高達 94。

《具體例四》

具有微細裂縫和孔洞的馬諦斯(一種淡黃至土黃色化石)石材，依次以 10 種市售大理石磨石(內含 46、60、120、180、220、240、320、400、600 及 800mesh 的磨料)進行粗磨後，以水洗淨，並置於一半自動補膠設備上，藉由輸送帶通過一個第一開放式烘台，以完全烘乾該馬諦斯石材，並使其表面溫度保持在 57~62°C。將預先調配且含有 6wt% 粒徑小於 20nm 矽溶膠的奈米環氧樹脂(A 劑)，與作為硬化劑的四乙烯基五胺(tetraethylene pentamine, TEPA)(B 劑)依預定比例充分混合為該修補液，再倒在馬諦斯石材表面，並以鏟刀來回均勻塗抹，使該修補液滲入並填補石材。隨後，使該馬諦斯石材通過一個第二開放式烘台，並使其表面溫度仍保持在 57~62°C。繼續以該修補液，重覆上述補膠程序塗抹該石材，以確保所有露出的裂縫和孔洞完全為奈米環氧樹脂填滿。最後，馬諦斯石材藉由輸送帶送抵尾端時，塗抹於其表面的修補液內的奈米環氧樹脂已與該硬化劑反應達到膠化狀態。

修補後的馬諦斯石材在室溫下靜置兩天，再置於自動多磨頭研磨台，設定該石材的行進速度(X 軸方向)為 56~

63cm/min，磨頭來回移動速度(Y軸方向)為 60 m/min，並以

下列不同磨料粒徑(mesh)的大理石磨石依次研磨拋光：

磨頭	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
磨石 (mesh)	220	220	220	220	240	240	320	320	400	600	800	拋光	拋光	3000

研磨拋光後的馬諦斯石材，表面平整光滑，不見微細裂縫和孔洞，而且以如《具體例一》所示的測試方式與光澤度計量測石材表面光澤度時，顯示其光澤度達到 90。

《具體例五》

同《具體例四》，待處理石材為馬諦斯(一種淡黃至土黃色化石)石材，粗磨前處理、修補程序和細磨拋光程序也與《具體例四》相同，僅改變該修補液的配方，預先調配的奈米環氧樹脂(A劑)含有 3wt%，粒徑小於 20nm 矽溶膠，將該奈米環氧樹脂與作為硬化劑的四乙基五胺(tetraethylene pentamine, TEPA)(B劑)相混合為該修補液，以該修補液塗抹石材表面以填補其微細裂縫和孔洞，最終仍然可得到表面平整光滑，不見微細裂縫和孔洞的馬諦斯石材。

《具體例六》

同《具體例四》，待處理石材為馬諦斯(一種淡黃至土黃色化石)石材，且粗磨前處理、修補程序和細磨拋光程序也與《具體例四》相同，僅改變該修補液的配方，預先調配的奈米環氧樹脂(A劑)含有 3wt%，粒徑小於 20nm 矽溶膠，再將該奈米環氧樹脂與作為硬化劑的三乙基四胺(triethylene tetramine, TETA)(B劑)相混合以配製為該修補液，以該修補液塗抹石材表面以填補其微細裂縫和孔洞，最終仍然能夠得到表面平整光滑，不見微細裂縫和孔洞的

馬諦斯石材。

歸納上述，本發明微細裂縫石材修補強化方法可獲致下述的功效及優點，故確實能達到本發明的目的：

一、藉由先研磨、次修補、再研磨拋光的處理順序，使隱藏在該石材表面下的微細裂縫和孔洞提早露出，使添加有矽溶膠的環氧樹脂能順利滲入進行填補，藉此可有效避免於細磨拋光後，隱藏在石材內部的微細裂縫和孔洞再度出現的情形，使本發明的修補強化方法具有較完整確實的修補效果。

二、藉由使用添加有矽溶膠的奈米環氧樹脂，不但可降低奈米環氧樹脂的黏度以增加其流動性，而具有容易滲入微細裂縫與孔洞中的特性外，由於矽溶膠為粒徑 20nm 以下的奈米二氧化矽，其微小粒徑有助於矽溶膠隨環氧樹脂滲入石材的微細裂縫和孔洞，而能達到確實填補石材的微細裂縫和孔洞的效果。此外，因為二氧化矽的摩氏硬度高達 7，耐磨性較環氧樹脂和石材高，可增強環氧樹脂硬化物的耐磨性，並能藉由環氧樹脂與石材內的礦物晶粒緊密結合而不易在研磨拋光時被拔除，所以可徹底解決石板研磨拋光後產生瘡疤的問題，使經修補強化的石材相對具有較平整光澤的表面品質。

三、藉由提高製程操作溫度，使石材在處理過程中恆維持在 50°C~65°C，有利於石材的微細裂縫和孔洞擴張，且同樣能大幅降低環氧樹脂的黏度與增加其流動性，使其更容易滲入石材內部，使本發明修補強化方法能達到較佳的

修補效果。

惟以上所述者，僅為本發明之一較佳實施例而已，當不能以此限定本發明實施之範圍，即大凡依本發明申請專利範圍及發明說明內容所作之簡單的等效變化與修飾，皆仍屬本發明專利涵蓋之範圍內。

【圖式簡單說明】

圖 1 是本發明微細裂縫石材修補強化方法一較佳實施例的一流程圖。

【主要元件符號說明】

無

五、中文發明摘要：

一種微細裂縫石材修補強化方法，包含下列步驟：以含有預定粒徑的磨料粗磨一具有微細裂縫與孔洞的石材，再以清水洗淨並烘乾，並將一含有矽溶膠的奈米環氧樹脂與一硬化劑依預定比例調配成一修補液，再將該修補液倒在溫度維持在 $50^{\circ}\text{C} \sim 65^{\circ}\text{C}$ 的石材表面，並均勻塗抹使該修補液滲入以填補石材的微細裂縫與孔洞，經一段預定時間後，再以修補液作第二次修補，當塗抹於該石材表面的修補液膠化後，將該石材置於室溫一段時間，再對已修補石材進行較後階段粗磨、細磨和拋光處理，則石材表面的微細裂縫與孔洞完全被填補，並顯現清晰紋路與明亮色澤。

六、英文發明摘要：

十、申請專利範圍：

1. 一種微細裂縫石材修補強化方法，包含下列步驟：

(a)以含有預定粒徑的磨料對一具有微細裂縫與孔洞的石材進行粗磨；

(b)以清水洗淨經步驟(a)處理的石材並烘乾；

(c)配製一修補液，該修補液是由一含有矽溶膠的奈米環氧樹脂與一硬化劑依預定比例調配混合而成；

(d)控制該石材表面溫度為 $50^{\circ}\text{C} \sim 65^{\circ}\text{C}$ ，將該修補液倒在該石材表面，並沿該石材表面均勻塗抹該修補液，以使該修補液滲入並填補石材上的微細裂縫與孔洞；

(e)經一段預定時間後，再以步驟(c)所調配的修補液對該石材進行第二次修補；

(f)待塗抹於該石材表面的修補液達到膠化狀態後，將該已修補的石材置於室溫下一段時間；及

(g)對該已修補的石材表面進行較後階段粗磨、細磨和拋光處理。

2. 依據申請專利範圍第 1 項所述的微細裂縫石材修補強化方法，其中，在步驟(a)中，該石材可為一選自下列群組中的材質：花崗石、大理石、蛇紋石、化石及石灰岩。

3. 依據申請專利範圍第 1 項所述的微細裂縫石材修補強化方法，其中，在步驟(a)中，是分別使用一具有選自下列群組中的粒徑的磨料對該石材進行粗磨：46 篩目、60 篩目、80 篩目、120 篩目、180 篩目、220 篩目、240 篩目、320 篩目、400 篩目，及此等之一組合，且前述篩目實

質上為泰勒標準篩目。

4. 依據申請專利範圍第 1 項所述的微細裂縫石材修補強化方法，其中，在步驟(b)中，是使用一選自下列群組中的方法進行烘乾：以半自動補膠設備烘乾、以全自動補膠設備烘乾、在陽光下曝曬、以瓦斯槍烘烤，及此等之一組合。
5. 依據申請專利範圍第 1 項所述的微細裂縫石材修補強化方法，其中，在步驟(c)中，該奈米環氧樹脂包含有矽溶膠和環氧樹脂，且調配該修補液時，實質上是使該修補液中的奈米環氧樹脂的環氧當量濃度等於該硬化劑中的活性氫當量濃度。
6. 依據申請專利範圍第 5 項所述的微細裂縫石材修補強化方法，其中，在步驟(c)中，該矽溶膠是由多數個呈溶膠型態的二氧化矽所形成，且該等二氧化矽的粒徑是小於 20nm。
7. 依據申請專利範圍第 6 項所述的微細裂縫石材修補強化方法，其中，在步驟(c)中，以該奈米環氧樹脂的總重計，該矽溶膠的含量是 3 wt%~10 wt%。
8. 依據申請專利範圍第 7 項所述的微細裂縫石材修補強化方法，其中，在步驟(c)中，以該奈米環氧樹脂的總重計，該矽溶膠的含量是 3 wt%~6 wt%。
9. 依據申請專利範圍第 7 項所述的微細裂縫石材修補強化方法，其中，在步驟(c)中，該奈米環氧樹脂還包含一稀釋劑，且以該奈米環氧樹脂的總重計，該稀釋劑的含量

是小於 30wt%。

10. 依據申請專利範圍第 9 項所述的微細裂縫石材修補強化方法，其中，在步驟(c)中，以該奈米環氧樹脂的總重計，該稀釋劑的含量是介於 20 wt%~30wt%。
11. 依據申請專利範圍第 9 項所述的微細裂縫石材修補強化方法，其中，在步驟(c)中，該稀釋劑為一選自下列群組中的物質：苯甲醇、碳酸丙烯酯、烯丙基環氧丙基醚、丁基環氧丙基醚，及此等之一組合。
12. 依據申請專利範圍第 7 項所述的微細裂縫石材修補強化方法，其中，在步驟(c)中，該硬化劑是選自於胺類化合物。
13. 依據申請專利範圍第 12 項所述的微細裂縫石材修補強化方法，其中，在步驟(c)中，該硬化劑為一選自下列群組中的物質：三乙基四胺、四乙基五胺、N-氨基乙基對二氮己環，及此等之一組合。
14. 依據申請專利範圍第 1 項所述的微細裂縫石材修補強化方法，其中，在步驟(e)中，是經 5 分鐘~20 分鐘的時間後，再以該修補液對該石材進行第二次修補。
15. 依據申請專利範圍第 14 項所述的微細裂縫石材修補強化方法，其中，在步驟(e)中，在該段預定時間內，是使用一選自下列群組中的方法加熱經步驟(d)處理的石材：以半自動補膠設備加熱、以全自動補膠設備加熱、在陽光下曝曬。
16. 依據申請專利範圍第 15 項所述的微細裂縫石材修補強化

方法，其中，在步驟(e)中，在該段預定時間內，當使用半自動補膠設備加熱該石材時，實質上是使該石材經過一開放式烘台加熱 4~6 分鐘。

17. 依據申請專利範圍第 15 項所述的微細裂縫石材修補強化方法，其中，在步驟(e)中，在該段預定時間內，當使用全自動補膠設備加熱該石材時，實質上是使該石材靜置於一烘台上加熱 5~20 分鐘。

18. 依據申請專利範圍第 15 項所述的微細裂縫石材修補強化方法，其中，在步驟(e)中，在該段預定時間內，是將該石材靜置在陽光下曝曬 5~20 分鐘。

19. 依據申請專利範圍第 1 項所述的微細裂縫石材修補強化方法，其中，在步驟(f)中，實質上是將該已修補的石材在溫度 18°C ~ 32°C 的室內環境下靜置 2 天。

十一、圖式

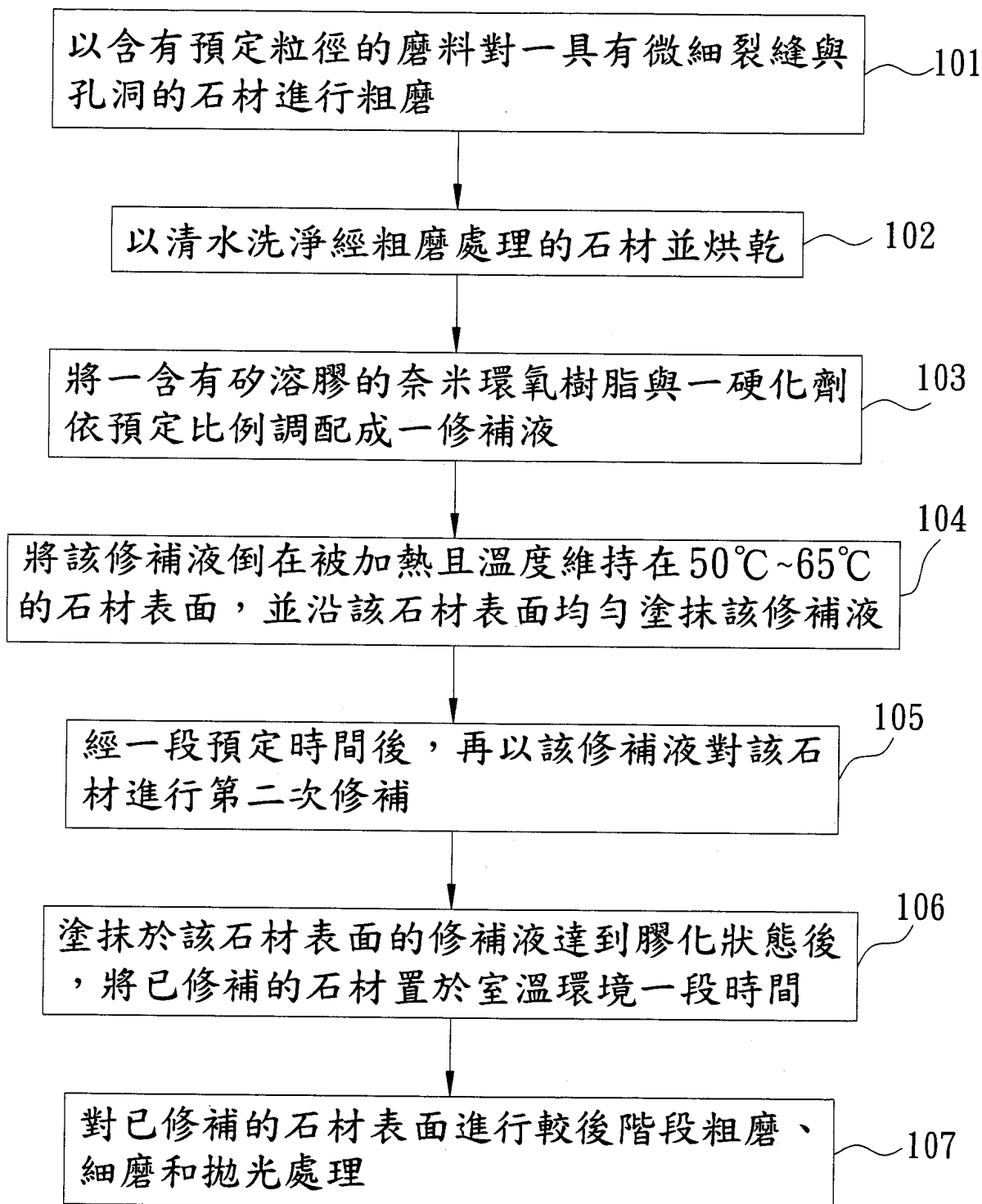


圖1

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 1。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

無。

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：