



(21)申請案號：112133816 (22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 09 月 06 日

(51)Int. Cl.：	A62C2/00 (2006.01)	A62C2/06 (2006.01)
	A62D1/00 (2006.01)	C08L83/00 (2006.01)
	C08K3/36 (2006.01)	C08K7/28 (2006.01)
	C08K9/06 (2006.01)	C08J5/18 (2006.01)
	H01M10/613 (2014.01)	H01M10/625 (2014.01)
	H01M10/658 (2014.01)	H01M50/24 (2021.01)
	H01M50/249 (2021.01)	H01M50/293 (2021.01)

(30)優先權：2022/09/16 世界智慧財產權組織 PCT/CN2022/119314

(71)申請人：美商陶氏有機矽公司 (美國) DOW SILICONES CORPORATION (US)
美國

(72)發明人：邵向陽 TAI, XIANGYANG (CN)；朱 弼忠 ZHU, BIZHONG (US)；黃福明 HUANG, FUMING (CN)

(74)代理人：閻啓泰；林景郁

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：19 項 圖式數：4 共 37 頁

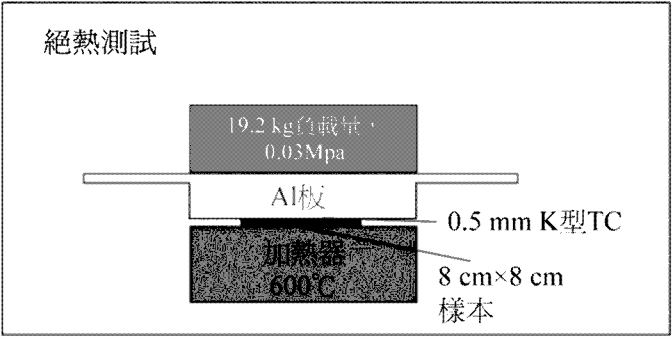
(54)名稱
聚矽氧基防火片、其生產程序、及具有該防火片之電池組

(57)摘要

本揭露係關於一種聚矽氧基防火片、其生產程序、及具有該防火片之電池組。該聚矽氧基防火片具有如下結構，其中選自氣凝膠粒子、中空粒子、及中孔粒子的隔熱填料中之至少一者黏合於聚矽氧基聚合黏合劑中，其中在該基防火片之固體含量的總質量為 100 質量%的情況下，該隔熱填料之量介於 5 至 40 質量%範圍內，該聚矽氧基聚合黏合劑之量介於 57.5 至 95 質量%範圍內。

The present disclosure relates to a silicone-based fire protection sheet, its production process and battery package having the sheet. The silicone-based fire protection sheet having a structure that at least one of thermally insulative filler selected from aerogel particles, hollow particles and mesoporous particles are bound in a silicone-based polymeric binder, wherein the amount of said thermally insulative filler ranges from 5 to 40 mass %, the amount of said silicone-based polymeric binder ranges from 57.5 to 95 mass % when the total mass of solid content for the silicone-based fire protection sheet is 100 mass %.

指定代表圖：



【圖1】

【發明摘要】

【中文發明名稱】 聚矽氧基防火片、其生產程序、及具有該防火片之電池組

【英文發明名稱】 A SILICONE-BASED FIRE PROTECTION SHEET, ITS PRODUCTION PROCESS, AND BATTERY PACKAGE HAVING THE SHEET

【中文】

本揭露係關於一種聚矽氧基防火片、其生產程序、及具有該防火片之電池組。該聚矽氧基防火片具有如下結構，其中選自氣凝膠粒子、中空粒子、及中孔粒子的隔熱填料中之至少一者黏合於聚矽氧基聚合黏合劑中，其中在該基防火片之固體含量的總質量為100質量%的情況下，該隔熱填料之量介於5至40質量%範圍內，該聚矽氧基聚合黏合劑之量介於57.5至95質量%範圍內。

【英文】

The present disclosure relates to a silicone-based fire protection sheet, its production process and battery package having the sheet. The silicone-based fire protection sheet having a structure that at least one of thermally insulative filler selected from aerogel particles, hollow particles and mesoporous particles are bound in a silicone-based polymeric binder, wherein the amount of said thermally insulative filler ranges from 5 to 40 mass %, the amount of said silicone-based polymeric binder ranges from 57.5 to 95 mass % when the total mass of solid content for the silicone-based fire protection sheet is 100 mass %.

【指定代表圖】 圖1

【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】 聚矽氧基防火片、其生產程序、及具有該防火片之電池組

【英文發明名稱】 A SILICONE-BASED FIRE PROTECTION SHEET, ITS PRODUCTION PROCESS, AND BATTERY PACKAGE HAVING THE SHEET

【技術領域】

【0001】 本揭露係關於一種聚矽氧基防火片、其生產程序、及具有該防火片之電池組；關於聚矽氧基防火片在該電池組中之用途；且關於一種使用該聚矽氧基火防火片生產電池組的方法。

【先前技術】

【0002】 為了控制大氣中二氧化碳的排放且抑制溫室氣體效應造成之全球變暖，在全球主要地區已開始大量生產以可再充電鋰離子電池(lithium-ion battery, LIB)為動力的電動汽車(electric vehicle, EV)。為了增加每次充電的行程裏數，EV電池製造商正致力於開發能量密度更高的電池正極及負極材料。同時，隨著能量密度的提高，引發熱失控擴散的風險亦在增加，此係因為採用了Ni%更高的鎳基鋰金屬氧化物。為了控制具有稜柱形或袋形單元之電池組的熱失控擴散的風險，作為一般的被動策略，將隔熱片置放於兩個鄰近個別電池單元之間。一旦在一個單元上發生熱失控，即所謂的單元起火，單元內部之溫度快速增加至400°C或以上，例如600°C、800°C或甚至1000°C。因此，該單元之表面變得很熱，伴隨溫度超出350°C或以上，例如550°C、750°C、或950°C。隔熱片可延遲熱量自起火單元的熱表面傳遞至鄰近的良好單元。行業採用之典型隔熱片為氣

凝膠片，其中氣凝膠粉末在織墊中壓實。氣凝膠粉末可確保隔熱效能，且織墊將粉末固持在一起而成片材形狀。然而，由於氣凝膠粉末的固有低密度及粒子之間的凡得瓦(Van der Waal)力較差，在處理過程中，片材表面上的氣凝膠粉末可能容易擴散至大氣中。此造成對工作環境之污染。如何開發具有良好隔熱效能及清潔工作環境的防火片用於電池組裝方法，為EV電池行業中的強烈需求。

【0003】 聚矽氧橡膠可在觸發其分解及縮合反應的溫度下陶瓷化。藉由添加隔熱填料（例如氣凝膠粉末或中空玻璃珠粒）至液體聚矽氧橡膠中，且接著使其固化及/或發泡，所得片材以聚矽氧橡膠作為基質，其中分散有隔熱填料。當一個單元發生熱失控時，鄰近片材中之聚矽氧基質可經歷陶瓷化，由軟橡膠變成剛性無機陶瓷。理論上，陶瓷化後之片材可延遲熱量自起火單元向鄰近良好的單元擴散。另一方面，由於隔熱填料被聚矽氧橡膠很好地黏合，該片材在工作環境中不會造成空氣污染。然而，在液體聚矽氧橡膠中負載太多的隔熱填料導致黏度太高，而不適合塗佈方法。批量生產之墊或片材製造限定了在液體聚矽氧橡膠中之填料體積負載的上限。在該限制內，最終片材之隔熱效能可能不足以防止熱失控擴散。如何開發具有聚矽氧橡膠之防火片，以將足夠負載量的隔熱填料黏合在一起，仍為一個難題。

【0004】 本發明揭示一種用於電池組之聚矽氧基防火片，以有效防止熱失控自起火單元向鄰近單元擴散。該片材使用聚矽氧黏合隔熱填料（如氣凝膠粉末），其中隔熱填料含量為5至40質量%，且聚矽氧含量>10質量%，或聚合黏合劑含量>50質量%。以下為相關先前技術之更詳細概述。尚無先前技術揭露如下電池組，其中使用經聚矽氧黏合之氣凝膠片，尤其具有5至40質量%之氣凝膠粒子含量，且具有>10質量%之聚矽氧含量，或具有>50質量%之聚合黏合劑含量的片材。

【0005】 CN108793932A主張一種隔熱節能材料及其製備方法，該材料以

重量份計由以下原料構成：30-60份二氧化矽氣凝膠，液體樹脂、10-30份經改性之玻璃化微珠、30-50份閉孔膨脹珍珠岩、10-20份輕骨料、8-15份高黏度黏土、2-8份火山灰、15-35份無機纖維、2-10份二甲基矽油、1-5份水玻璃、2-6份液體樹脂、0.5-1.5份分散劑、及40-60份去離子水。本發明之材料具有低熱傳導係數、低吸水性。在製備方法中，其主張首先將水加熱至200°C，將液體樹脂及聚矽氧油置放至經加熱水中，且使液體樹脂溶解於水中，接著添加填料且形成漿料。與先前技術不同，本發明主張在乾燥片材中聚合黏合劑>50 wt%，以便確保機械強度。藉由計算，先前技術中乾燥材料中之最大樹脂負載量為 $6/(30+10+30+10+8+2+6+0.5)=6/96.5=6.2 \text{ wt\%}$ 。顯然，先前技術中主張的材料不能用於電池中的熱失控擴散防護片。此外，先前技術主張在添加填料之前將液體樹脂溶解於熱水中的方法，該液體樹脂不應為聚矽氧聚合物，因為其無法溶解於水中。

【0006】 US10604642B2主張一種固體隔熱材料，其基本上不含頁矽酸鹽，包含(a) 70體積%至98體積%的疏水性二氧化矽氣凝膠粒子，其具有在110至210 kg/m之間的固有密度；(b) 0.3體積%至12體積%的有機黏合劑，其由至少一種有機聚合物(b1)及至少一種界面活性劑(b2)，或兩親性有機聚合物(b3)形成，此等體積分率係藉由對固體材料之薄片區的影響分析判定且相對於材料之總體積給定，氣凝膠離子的粒度分佈具有至少兩個最大值，其中第一最大值對應於小於200 μm ，較佳在25 μm 與150 μm 之間的當量直徑(d)，且第二最大值對應於在400 μm 與10 mm之間，較佳在500 μm 與5 mm之間的當量直徑(D)。先前技術沒有明確指定有機黏合劑為聚矽氧聚合物。其教示水溶解或可分散聚合物，如丙烯酸聚合物或纖維素聚合物，其無法承受電池熱失控中出現之高溫。與先前技術不同，本發明揭示聚矽氧聚合物作為聚合黏合劑之主要成分，其確保防止熱失控在電池組中擴散。黏合劑中之聚矽氧聚合物應>50 wt%，較佳>60 wt%，且

更佳>70 wt%。在本發明之某些實施例中，隔熱填料之vol%低於60%。此外，本發明不需要具有展現出至少兩個最大值之粒度分佈的氣凝膠粒子。

【0007】 US20070238008A1主張於基於氣凝膠之汽車熱管理系統及方法，其併入氣凝膠材料以提供隔熱及熱屏蔽。氣凝膠材料可封閉於囊封材料，諸如聚合物、彈性體或金屬中。與先前技術不同，本發明揭示使用聚矽氧乳液以黏合隔熱填料（例如氣凝膠粉末）的技術，因此不需要封閉體或囊封材料。

【0008】 US10501597B2揭示一種聚矽氧橡膠合成發泡體，其包含聚矽氧橡膠黏合劑及中空玻璃珠，且該聚矽氧橡膠合成發泡體部分或完全填充該電池模組外殼之開放空間、及/或部分或完全覆蓋該等電池單元、及/或部分或完全覆蓋該模組外殼，及可選地覆蓋電池模組外殼之蓋。與先前技術不同，本發明揭示一種具有中孔結構或中空結構的片材，其中隔熱填料>15 wt%。其不限於中空玻璃珠，因此片材不一定為聚矽氧橡膠合成發泡體。此外，本發明主張聚矽氧乳液與填料混合，且將填料一起黏合在最終乾燥片材中。聚矽氧乳液被認為係滿足可加工性要求的關鍵。

【0009】 EP3743466B1主張一種如下組成物，其包含黏合劑，該黏合劑包含一或多種矽氧烷聚合物、聚矽氧樹脂、聚矽氧基彈性體、及其混合物，以及選自一或多種非晶形多孔親水性二氧化矽之親水性粉末及/或凝膠，其中黏合劑為溶液、乳液或水中之分散液。與先前技術不同，本發明揭示聚矽氧片材，其特定用於防止電池組中之熱失控擴散。本發明中之聚矽氧片材包含隔熱填料，但不限於多孔親水性二氧化矽。其可選自或為多孔疏水性二氧化矽、中空無機球體等之組合。在先前技術的比較實例中列出多孔疏水性二氧化矽及中空玻璃珠。此外，先前技術未提及組成物之最終隔熱效能。本發明主張聚矽氧片材之最終隔熱效能應符合特定驗收標準，該準則界定總黏合劑中之隔熱填料及聚矽氧聚合物之含量。

相關技術文件

- 1.CN108793932A
- 2.US10604642B2
- 3.US20070238008A1
- 4.US10501597B2
- 5.EP3743466B1

【發明內容】

本發明所解決之問題

【0010】 藉由本發明解決的問題為如何在電池組中更好地利用如氣凝膠之隔熱填料，以防止發生電池熱失控擴散，同時又不存在目前市場上銷售的氣凝膠毯污染工作環境的問題。本發明之概念為用於電池組中的經聚矽氧聚合物黏合之隔熱填料（如氣凝膠粒子）之片材（墊），其具有足夠高的填料負載量。片材亦含有足夠的聚矽氧黏合劑，使得片材不可燃，且具有良好的機械特性以供處理。

解決問題之手段

【0011】 經過深入研究，本發明人發現上文所描述之問題可經由聚矽氧基防火片解決，從而完成本發明，該聚矽氧基防火片具有如下結構，其中選自氣凝膠粒子、中空粒子、及中孔粒子的隔熱填料中之至少一者黏合於聚矽氧基聚合黏合劑中，其中在聚矽氧基防火片之固體含量的總質量為100質量%的情況下，該隔熱填料之量介於5至40質量%範圍內，該聚矽氧基聚合黏合劑之量介於57.5至95質量%範圍內。

【0012】 在上述聚矽氧基防火片中，該隔熱填料之平均大小或直徑不受特別限制，但一般範圍為1 μm 至1.20 mm，且至少50質量%之聚矽氧基聚合黏合劑為固化聚矽氧產物。在本揭露之一些實施例中，氣凝膠粒子具有介於0.01至1.0 mm範圍內的平均大小，在聚矽氧基防火片之固體含量的總質量為100質量%的情況下，其量介於15至35質量%範圍內。在本揭露之一些實施例中，聚矽氧基聚合黏合劑為水基聚矽氧聚合黏合劑。在本揭露之一些實施例中，聚矽氧基聚合黏合劑含有包含膠體二氧化矽的水基聚矽氧聚合黏合劑，其經由使用烷氧基矽烷作為交聯劑進行縮合固化反應。在本揭露之一些實施例中，聚矽氧基聚合黏合劑進一步包含選自由阻燃添加劑、固化催化劑、流變改質劑、消泡添加劑、潤濕添加劑、表面處理劑、著色劑、除了該隔熱填料外之填料、抗氧化添加劑、紫外線(UV)穩定劑添加劑、殺生物劑、及助黏添加劑所組成之群組的至少一者。在本揭露之一些實施例中，可將聚矽氧基防火片施加於電池組。

【0013】 此外，本揭露提供一種電池組結構，其中該聚矽氧基防火片完全或部分地配置於至少兩個鄰近個別電池單元之間的空間中。在本揭露之一些實施例中，電池之形狀為稜柱形或袋形。

【0014】 在上述電池組結構中，聚矽氧基防火片為聚矽氧基產物片材，其在將其配置於至少兩個鄰近個別電池單元之間的空間中之前固化。在本揭露之一些實施例中，該聚矽氧基防火片係經由至少兩個鄰近個別電池單元之間的空間中之可固化聚矽氧基組成物之固化反應而固化的聚矽氧基產物。該等電池單元之較佳形狀為稜柱形或袋形，其較佳地由該聚矽氧基防火片保護。

【0015】 此外，本揭露提供一種水性可固化聚矽氧基組成物，其經由固化反應形成該聚矽氧基防火片，該水性可固化聚矽氧基組成物包含：

- (A) 在聚矽氧基防火片之固體含量的總質量為100質量%的情況下，量介於57.5至95質量%範圍內之可固化聚矽氧基聚合黏合劑，其含有至少50質

量%之可固化聚矽氧聚合物，

- (B) 在聚矽氧基防火片之固體含量的總質量為100質量%的情況下，量介於5至40質量%範圍內之選自氣凝膠粒子及中空粒子之至少一種隔熱填料，
- (C) 該組分(A)之固化劑，
- (D) 水，及可選地
- (E) 在聚矽氧基防火片之固體含量的總質量為100質量%的情況下，選自由阻燃添加劑、固化催化劑、流變改質劑、消泡添加劑、潤濕添加劑、表面處理劑、著色劑、除了該隔熱填料外之填料、抗氧化添加劑、殺生物劑、紫外線(UV)穩定劑添加劑、及助黏添加劑所組成之群組的至少一者。

【0016】 在上述水性可固化聚矽氧基組成物中，組分(A)為聚矽氧基聚合黏合劑，其含有可固化聚矽氧及其他可固化可聚合材料，質量比率為50:50至100:00。在本揭露之一些實施例中，聚矽氧基聚合黏合劑之組分(A)被乳化或均質分散至(D)水中。

【0017】 此外，本揭露提供一種製造該聚矽氧基防火片之方法，其包含以下步驟：

步驟(I)：將所述水性可固化聚矽氧基組成物以濕漿層形式塗佈於基材上之步驟，該基材針對塗佈可選地具有其離型層，及

步驟(II)：在步驟(I)後，藉由在至多140°C之溫度下自該經塗佈之水性可固化聚矽氧基組成物移除水來形成該聚矽氧基防火片的步驟。

【0018】 在本揭露之一些實施例中，該步驟(I)中的水性可固化聚矽氧基組成物之濕漿層之厚度介於0.2至10.0 mm範圍內。製造該聚矽氧基防火片之方法進一步包含藉由在該步驟(I)之前或與該步驟(I)同時添加水及/或流變改質劑來控制水性可固化聚矽氧基組成物之黏度及/或流動性的步驟。

【0019】 此外，本揭露提供一種製造如技術方案8之電池組結構的方法，其包含以下步驟：

步驟(B-I)：以濕漿層形式使用水性可固化聚矽氧基組成物完全或部分地填充至少兩個鄰近個別電池單元之間的空間的步驟，及

步驟(B-II)：在該步驟(B-I)之後，藉由在至多140°C之溫度下自該經塗佈之水性可固化聚矽氧基組成物移除水而在至少兩個鄰近個別電池單元之間的空間中形成聚矽氧基防火片的步驟。

【0020】 本發明之效果

【0021】 本發明使得可產生如下聚矽氧基防火片，其允許添加>15質量%或更高的負載量的隔熱填料；且在最終片材中產生交聯聚矽氧烷主鏈作為黏合劑基質。此外，經聚矽氧黏合之隔熱片可置放於電池組中以隔離熱點或起火單元且防止/減緩熱擴散到周圍區域或單元中。

【0022】 如所主張，應理解前文一般描述及以下詳細描述兩者皆僅為例示性及解釋性的，且並不限制本發明。

【圖式簡單說明】

【0023】

[圖1]係根據本揭露之測試聚矽氧基防火片之隔熱效能的設備的示意圖。

[圖2]係本揭露中實例IE-1至IE-3及比較實例CE1之背溫曲線，其中自上而下，曲線分別為CE 1、IE 1、IE 2、及IE 3之背溫曲線。

[圖3]係本揭露中之比較實例CE2的背溫曲線。

[圖4]係本揭露中之實例IE 4及IE 5之背溫曲線，其中自上而下，曲線分別為IE 4及IE 5之背溫曲線。

【實施方式】

【0024】 除非另外規定，否則本文中所用之所有技術及科學術語具有與本發明所屬領域之一般熟習此項技術者通常所理解相同之含義。如本文所揭示，「及/或(and/or)」意謂「及，或作為替代方案(and, or as an alternative)」或者「另外或替代地(additionally or alternatively)」。除非另外指示，否則所有範圍包括端值。

【0025】 包含括號之所有片語表示包括或不包括括號內的內容。舉例而言，片語「(水性)聚胺甲酸酯((aqueous) polyurethane)」替代地包括聚胺甲酸酯及水性聚胺甲酸酯。

【0026】 如本文所用，術語「片材(sheet)」或「片材形式(sheet form)」意指具有一定厚度之墊或片材的扁平產品。一般而言，「片材」或「片材形式」包括具有各種厚度之墊形式、片材形式及其他扁平狀產品。

【0027】 如本文所用，術語「厚度(thickness)」係指乾燥片材（例如，具有0.8-1.2 mm厚度之片材）之至少三次測量的平均值，如使用Ames Gage，型號13C-B2600 (Ames Corporation Waltham Mass.)所測量。

【0028】 如本文所用，術語「氣凝膠(aerogel)」及「氣凝膠材料(aerogel material)」描述具有低密度、開孔結構、大表面積及奈米級孔隙大小的一類結構。氣凝膠材料可至少以粉末、顆粒、珠粒、及其他適合形式提供，且包括無機成分、有機成分、及混合有機-無機成分，或上述形式及/或成分之一些組合。

【0029】 在本文中，詞語「氣凝膠」表示在本發明中，藉由溶膠-凝膠途徑之已知方式獲得之乾燥凝膠。此詞語涵蓋藉由經形成凝膠之超臨界乾燥而獲得的合適氣凝膠，且亦涵蓋藉由在大氣壓下蒸發乾燥而獲得的俗稱「乾凝膠」的凝膠。歸因於其低成本，當考慮本發明材料之材料的大規模生產時，乾凝膠為非常有利的，而氣凝膠則展現更有利的技術性質，但具有高生產成本。

【0030】 術語「真密度(true density)」為藉由將樣本，諸如玻璃氣泡之質量除以除以如氣體比重計測得的玻璃氣泡的真體積得出的。「真體積(true volume)」為玻璃氣泡之集合總體積，並非容體積。

【0031】 如本文所用，術語「聚合物(polymer)」或「聚合(polymeric)」替代地指由一或多種不同單體製成之聚合物，諸如共聚物、三元聚合物、四元共聚物、五元聚合物等，且可為任何隨機聚合物、嵌段聚合物、接枝聚合物、連續聚合物或梯度聚合物中之任一者。

【0032】 如本文所用，術語「固體(solid)」或「固體含量(solid content)」係指除水及溶劑（若存在）以外之組成物中之任何及每一材料。

【0033】 如本文所用，除非另有指明，否則術語「平均直徑(average diameter)」或「平均大小(average size)」意指如使用BI-90粒度分析儀(Brookhaven Instruments Corp. Holtsville, N.Y.)經由光散射(light scattering, LS)所判定之重量或體積平均直徑，或藉由由諸如SEM、TEM、或光學顯微鏡所擷取之影像之影像分析所量測的不規則形狀粒子的重量或體積平均長度。

【0034】 如本文所用，片語「質量%(mass %)」代表質量百分比或按質量計之%；且片語「wt.%」代表重量百分比或重量%。

【0035】 為了有效防止電池組中的熱失效擴散，較佳聚矽氧基防火片中之隔熱無機填料>15質量%或更高。在本揭露中，聚矽氧基聚合黏合劑（乳液）允許在聚矽氧基防火片中以較高負載量（例如，>15質量%或更高）添加隔熱填料。液體聚矽氧橡膠及樹脂，以及有機溶劑中之聚矽氧橡膠及樹脂溶液均為用於分散氣凝膠粒子之候選者，之後進行乾燥及/或固化方法以產生經聚矽氧黏合之氣凝膠片。聚矽氧聚合物或樹脂溶液中之有機溶劑需要在片材製造方法中藉由特殊設備而容納。當使用液體聚矽氧橡膠或樹脂時，在一些情況下，且尤其當氣凝膠粒子負載量非常高時，混合物黏度會很高。由於高黏度，處理此類液體聚

矽氧橡膠或樹脂中的高負載量之隔熱填料極為困難。藉由使用聚矽氧基聚合黏合劑乳液，可更容易調諧在聚矽氧基聚合黏合劑乳液與隔熱填料混合之後獲得之濕漿的黏度，以符合可加工性需求。此外，藉由使用聚矽氧基聚合物作為聚合物黏合劑之主要成分，其在聚矽氧基防火片中形成交聯聚矽氧烷主鏈作為黏合劑基質。良好交聯聚矽氧烷在至多350°C下實現良好熱穩定性，確保該溫度下之隔熱效能。可調諧良好交聯聚矽氧烷主鏈，以在高於350°C之溫度下發生較佳陶瓷化反應，產生無機陶瓷材料，其繼續與隔熱填料黏合在一起，在高於350°C，例如450°C、650°C、750°C、及甚至950°C之溫度下提供極佳隔熱效能。為滿足機械強度要求，聚矽氧基防火片中之總聚合物黏合劑應 ≥ 57.5 質量%。為了滿足熱穩定性效能，總聚合物黏合劑中之聚矽氧基聚合物應 ≥ 50 質量%，較佳 ≥ 60 質量%，更佳 ≥ 70 質量%。

【0036】 根據本發明，聚矽氧基防火片具有如下結構，其至少一種選自氣凝膠粒子、中空粒子、及中孔粒子之隔熱填料在聚矽氧基聚合黏合劑中黏合。在聚矽氧基防火片之固體含量的總質量為100質量%的情況下，該隔熱填料之量介於5至40質量%、5至35質量%、5至30質量%、5至25質量%、5至20質量%、5至15質量%、5至10質量%、10至40質量%、10至35質量%、10至30質量%、10至25質量%、10至20質量%、10至15質量%、15至40質量%、15至35質量%、15至30質量%、15至25質量%、15至20質量%、20至40質量%、20至35質量%、20至30質量%、20至25質量%、25至40質量%、25至35質量%、25至30質量%、30至40質量%、30至35質量%、或35至40質量%範圍內；且該經固化聚矽氧基聚合黏合劑之量介於57.5至95質量%、57.5至90質量%、57.5至85質量%、57.5至80質量%、57.5至75質量%、57.5至70質量%、57.5至65質量%、57.5至60質量%、60至95質量%、60至90質量%、60至85質量%、60至80質量%、60至75質量%、60至70質量%、60至65質量%、65至95質量%、65至90質量%、65至85質量%、65至

80質量%、65至75質量%、65至70質量%、70至95質量%、70至90質量%、70至85質量%、70至80質量%、70至75質量%、75至95質量%、75至90質量%、75至85質量%、75至80質量%、80至95質量%、80至90質量%、80至85質量%、85至95質量%、85至90質量%、或90至95質量%範圍內。

【0037】 在本發明中，隔熱填料包含選自氣凝膠粒子、中空粒子、及中孔粒子之至少一者。具體而言，在本發明中施加的隔熱填料可包含但不限於氣凝膠粉末、中空玻璃珠粒、珍珠岩、中空陶瓷珠粒、中孔粒子、微孔粒子、具有在2 nm至50 nm範圍內之不同孔徑的中孔粒子之混合物、及具有中孔結構或中空氣泡結構之其他無機填料。在一些實施例中，乾燥片材中之隔熱填料具有大於15質量%、15質量%至30質量%、15質量%至25質量%、15質量%至20質量%、20質量%至30質量%、20質量%至25質量%、或25質量%至30質量%的負載量。

【0038】 在本揭露之一實施例中，隔熱填料之平均直徑或大小介於1 μm (=0.001 mm)至1.20 mm、10 μm (=0.01 mm)至1.20 mm、0.01至1.20 mm、0.01至1.00 mm、0.01至0.80 mm、0.01至0.60 mm、0.01至0.40 mm、0.01至0.20 mm、0.03至1.20 mm、0.20至1.00 mm、0.20至0.80 mm、0.20至0.60 mm、0.20至0.40 mm、0.40至1.20 mm、0.40至1.00 mm、0.40至0.80 mm、0.40至0.60 mm、0.60至1.20 mm、0.60至1.00 mm、0.60至0.80 mm、0.80至1.20 mm、0.80至1.00 mm、或1.00至1.20 mm範圍內。

【0039】 在本揭露之一實施例中，具有介於0.05至1.0 mm、0.05至0.8 mm、0.05至0.6 mm、0.05至1.0 mm、或0.05至0.8 mm範圍內之平均直徑或大小的氣凝膠粒子、中空粒子、及中孔粒子在經縮合反應固化之聚矽氧基聚合黏合劑中黏合。在聚矽氧基防火片之固體含量的總質量為100質量%的情況下，該等氣凝膠粒子之較佳量介於15至35質量%、15至30質量%、15至25質量%、15至20質量%範圍內。

【0040】 在本發明中，氣凝膠粒子、中空粒子、及中孔粒子可具有在0.25公克/立方公分(g/cc)以下、0.001 g/cc至0.25 g/cc、0.05 g/cc至0.20 g/cc、0.05 g/cc至0.15 g/cc、0.05 g/cc至0.10 g/cc、0.10 g/cc至0.25 g/cc、0.10 g/cc至0.20 g/cc、0.10 g/cc至0.15 g/cc、0.15 g/cc至0.25 g/cc、0.15 g/cc至0.20 g/cc、或0.20 g/cc至0.25 g/cc之真密度；且可具有低於0.1 W/m.K、0.01 W/m.K至0.1 W/m.K、0.01 W/m.K至0.06 W/m.K、0.01 W/m.K至0.03 W/m.K、0.03 W/m.K至0.1 W/m.K、0.03 W/m.K至0.06 W/m.K、或0.06 W/m.K至0.1 W/m.K的導熱率。

【0041】 在本發明中，氣凝膠粒子可以任何適合形式提供，諸如粒子、粉末及珠粒形式。氣凝膠粒子之化學組成包括無機成分、有機成分成分、混合有機-無機成分、或其任何組合。本發明中可使用上述形式及/或成分之任何組合。可選地，氣凝膠粒子可塗佈有一或多種材料，諸如聚合物或彈性體，或用處理劑（諸如矽烷）加以處理。可使用多種不同氣凝膠組成物，包括無機組成物、有機組成物、以及混合有機-無機組成物。無機氣凝膠通常基於金屬氧化物化合物，包括但不限於：二氧化矽、二氧化鈦、氧化鋯、氧化鋁、二氧化鉛、氧化釷、或基於各種碳化物、氮化物、或任何前述之任何組合。有機氣凝膠可基於包括但不限於：胺甲酸酯、間苯二酚甲醛、聚醯亞胺、聚丙烯酸酯、殼聚糖、聚甲基丙烯酸甲酯、寡聚物之丙烯酸酯家族之成員、三烷氧基矽基封端之聚二甲基矽氧烷、聚氧伸烷基、聚胺甲酸酯、聚丁二烯、材料之聚醚家族之成員、或其組合。有機-無機混合氣凝膠之實例包括但不限於：二氧化矽-PMMA、二氧化矽-殼聚糖、或前述有機化合物及無機化合物之組合。在某些情況下，可熱處理有機聚合物或有機-無機混合聚合物以產生碳或無機基中孔或微孔材料，包括氣凝膠。

【0042】 術語「中空粒子」理解為具有緻密或低孔隙率殼及殼內之自由空間之平均粒子。根據本發明之中空粒子具有可控制其厚度的殼體。在本發明中，

中空粒子可包含中空玻璃粒子及中空陶瓷珠粒。

【0043】 在本發明中，中孔粒子具有在2 nm至50 nm範圍內之孔徑，具有大比表面積及三維孔隙結構。根據化學組成之分類，中孔材料通常分成矽基中孔材料及非矽基中孔材料。非矽基中孔材料包括過渡金屬氧化物、磷酸鹽、及硫化物等，例如，在磷酸鋁鹽基分子篩材料中，部分P被Si置換之後形成的矽鋁磷酸鹽(SAPO)，具有大內部表面積及高孔容量之活性炭。

【0044】 在聚矽氧基防火片中，聚矽氧基聚合黏合劑可為完全或部分地固化的，例如經由縮合反應完全固化的聚矽氧基聚合黏合劑，或半固化的聚矽氧基聚合黏合劑。替代地，聚矽氧基聚合黏合劑可為可固化、水基或溶劑基黏合劑樹脂（亦即，在非固化狀態下），其可以片材形式產品施加。替代地，聚矽氧基聚合黏合劑可藉由矽氫化反應或縮合反應，或自由基起始固化反應而固化。在較佳實施例中，聚矽氧基聚合黏合劑為固化的。在較佳實施例中，聚矽氧基聚合黏合劑為水基（亦即，水性）以達到環保目的。在更佳實施例中，聚矽氧基聚合黏合劑可進一步包含膠體二氧化矽組分。最佳地，聚矽氧基聚合黏合劑可經由具有可水解基團之聚矽氧與可水解矽烷固化劑或其他縮合反應劑反應來固化。

【0045】 聚矽氧基聚合黏合劑可為彈性體或剛性，亦即具有高於室溫的玻璃轉移溫度。聚矽氧通常由四個代表性類別之結構單元，亦即M (R_3SiO-)、D ($-OSiR_2O-$)、T ($RSiO_{3/2}-$)、及Q ($SiO_{4/2}$)構成，其中R為飽和或不飽和烷基或芳基，且下標n/2意指兩個Si原子橋接及共用之氧原子數目。聚矽氧橡膠主要為D結構，而樹脂更多地基於T及Q結構單元。

【0046】 在本揭露之一實施例中，至少50質量%、至少55質量%、至少60質量%、至少65質量%、或至少70質量%之聚矽氧基聚合產物為經固化聚矽氧產物。

【0047】 在本揭露之一實施例中，聚矽氧基聚合黏合劑為水基聚矽氧聚合黏合劑樹脂。在本揭露之較佳實施例中，聚矽氧基聚合黏合劑含有包含膠體二氧化矽的水基聚矽氧聚合黏合劑，其經由使用烷氧基矽烷作為交聯劑進行縮合固化反應。膠體二氧化矽可在與水基聚矽氧聚合黏合劑混合之前分散於水中，使得膠體二氧化矽（以固體量計）與聚矽氧乳液中之聚矽氧聚合物之重量比 ≤ 0.5 。負載量 >0.5 可能導致橡膠基質太硬。

【0048】 在本揭露之一實施例中，聚矽氧基聚合黏合劑進一步包含選自由阻燃添加劑、固化催化劑、聚矽氧交聯劑、流變改質劑、消泡添加劑、潤濕添加劑、表面處理劑、著色劑、除了該隔熱填料外之填料、抗氧化添加劑、紫外線(UV)穩定劑添加劑、殺生物劑、及助黏添加劑所組成之群組的至少一者。在本發明中，阻燃添加劑包含鹵化阻燃添加劑及/或非鹵化阻燃添加劑，其中鹵化阻燃添加劑之實例包含溴化阻燃添加劑，諸如溴化聚合物或寡聚物、溴化苯乙烯-丁二烯-苯乙烯共聚物（例如實例中所用之FR-122P），且較佳溴化阻燃添加劑與三氧化二銻之組合以用於形成Br-Sb協同系統；及該非鹵化阻燃添加劑之實例可包含聚磷酸銨、聚磷酸三聚氰胺、氫氧化鋁、氫氧化鎂、非晶形磷、可膨脹石墨。在本發明中，阻燃添加劑可分散在整個聚矽氧基聚合黏合劑（亦即，聚合物基質）中或分佈於整個聚矽氧基聚合黏合劑中，其中負載量在乾燥片材之0至60質量%範圍內。負載量 >60 質量%之阻燃添加劑可能導致電池防火應用所需的隔熱效能不足。流變改質劑用於調諧濕漿之黏度，例如在濕漿中之量為0至2質量%。聚矽氧交聯劑可包含TEOS（=四乙氧基矽烷）或NPOS（=正丙基正矽酸鹽），在濕漿中之量為0至5wt %。固化催化劑包含二月桂酸二辛基錫或其他者，取決於固化化學。消泡添加劑用於在濕漿中移除氣泡，例如在濕漿中之量為0至5質量%。潤濕添加劑用於疏水性填料之表面潤濕。著色劑或色母料可賦予聚矽氧基防火片所需顏色。除該隔熱填料外之填料包含但不限於二氧化矽、 CaCO_3 、

及水菱鎂礦。

【0049】 在本發明中，聚矽氧基聚合黏合劑可為可固化的，其包含聚有機矽氧烷，其在各分子中含有至少兩個矽鍵結羥基或可水解基團。聚有機矽氧烷之分子結構可為線性、環狀、分支、樹突狀或網狀，但較佳的是線性或部分分支直鏈。羥基或可水解基團可存在於分子鏈上之末端位置、或分子鏈上之側鏈位置、或兩個位置處。可水解基團可藉由烷氧基、烷氧基烷氧基、乙醯氧基、肟基、烯氧基、胺基、胺氧基、及醯胺基例示，其中C₁₋₁₀烷氧基，例如甲氧基、乙氧基、正丙氧基、異丙氧基、正丁氧基、三級丁氧基、己氧基、環己基氧基、辛氧基、癸氧基等等，及C₂₋₁₀烷氧基烷氧基，例如甲氧基甲氧基、甲氧基乙氧基、乙氧基甲氧基、甲氧基丙氧基等等為較佳的。

【0050】 未經取代之單價羥基及經取代之單價羥基團為除羥基或可水解基團以外之矽鍵結有機基團之實例。自乳化增強作用的角度看，C₁₋₁₀未經取代之單價羥基對於未經取代之單價羥基為較佳的。未經取代之單價羥基可藉由以下例示：C₁₋₁₀烷基，諸如甲基、乙基、正丙基、異丙基、丁基、三級丁基、己基、辛基、癸基等等；C₃₋₁₀環烷基，諸如環戊基、環己基等等；C₂₋₁₀烯基，諸如乙烯基、烯丙基、5-己烯基、9-癸烯基等等；C₆₋₁₀芳基，諸如苯基、甲苯基、二甲苯基等等；及C₇₋₁₀烷基，諸如苯甲基、甲基苯甲基、苯乙基等等。其中較佳的是C₁₋₁₀烷基、C₆₋₁₀芳基、及C₂₋₁₀烯基，其中甲基及苯基尤其較佳。

【0051】 經取代之單價羥基可藉由將前述未經取代之單價羥基，且尤其C₁₋₁₀烷基及苯基中的所有或一部分氫原子經以下置換而提供之基團來例示：鹵素原子，諸如氟、氯等等；環氧官能基，諸如甘油氧基、環氧環己基等等；甲基丙烯酸官能基，諸如甲基丙烯醯氧基等等；丙烯酸官能基，諸如丙烯醯氧基等等；胺基官能基，諸如胺基、胺基乙基胺基、苯胺基、二丁基胺基等等；含硫官能基，諸如巯基、四硫化物基團等等；或取代基，諸如烷氧基、羥基羰基、

烷氧羰基等。

【0052】 以下為經取代之單價烴基之具體實例：3,3,3-三氟丙基、全氟丁基乙基、全氟辛基乙基、3-氯丙基、3-縮水甘油氧基丙基、2-(3,4-環氧基環己基)乙基、5,6-環氧己基、9,10-環氧癸基、3-甲基丙烯醯氧基丙基、3-丙烯醯氧基丙基、1,1-甲基丙烯醯氧基癸基、3-胺基丙基、N-(2-胺基乙基)胺基丙基、3-(N-苯基胺基)丙基、3-二丁基胺基丙基、3-巯基丙基、3-羥基羰基丙基、甲氧基丙基、及乙氧基丙基。

【0053】 聚矽氧基聚合黏合劑在25°C下黏度不受特別限制；然而，考慮到本發明之固化片材的強度及在其生產期間之處理特性，聚矽氧基聚合黏合劑在25°C下之黏度為50 mPa · s至2,000,000 mPa•s，更佳地100 mPa•s至500,000 mPa•s，且甚至更佳地500 mPa•s至100,000 mPa-s。

【0054】 聚矽氧基聚合黏合劑可為在分子鏈的兩個末端均被烴基封端的二有機聚矽氧烷。在兩個分子鏈末端均被烴基封端的二有機聚矽氧烷可藉由通式 $\text{HO}(\text{R}_2\text{SiO})_m\text{H}$ 表示之聚有機矽氧烷例示，在該通式中，表示除上述烴基或可水解基團外，相同矽鍵結未經取代及經取代之單價烴基，其中 C_{1-10} 烷基、 C_{6-10} 芳基、及 C_{2-10} 烯基為較佳且甲基及苯基尤其較佳。下標 m 為值為至少2之整數，且較佳為提供50 mPa · s至2,000,000 mPa•s之25°C下之黏度的數值。

【0055】 在本發明中，可經由縮合反應來固化的較佳水性聚矽氧基聚合黏合劑為可商購的。例如，DOWSIL™8005水性樹脂、DOWSIL™8004水性樹脂、Dowsil™IE-2404可購自DOW SILICONES CORPORATION或其附屬公司。此類可固化聚矽氧基聚合黏合劑或其混合物可藉由在至多140°C下加熱移除水來固化。

【0056】 在本發明中，如所使用之黏合劑可為可固化聚矽氧基聚合黏合劑及其他有機聚合黏合劑樹脂/橡膠組成物之混合物。在本發明之一實施例中，該其他有機聚合黏合劑樹脂/橡膠組成物包含但不限於聚胺甲酸酯黏合劑、聚丙烯酸

酸酯/聚丙烯酸黏合劑、環氧樹脂黏合劑、酚醛樹脂黏合劑、聚醯胺黏合劑、聚酯黏合劑、聚烯烴黏合劑、聚苯乙烯黏合劑、及乙烯-乙酸乙烯酯共聚物。在較佳實施例中，可固化聚矽氧基聚合黏合劑之量為混合物之至少50質量%、至少55質量%、至少60質量%、至少65質量%、至少70質量%、至少75質量%、至少80質量%、至少85質量%。具體而言，該聚矽氧基聚合黏合劑及聚胺甲酸酯黏合劑之水性混合物係較佳應用於本發明，且該水性黏合劑樹脂之該混合物可藉由在加熱至多140°C下移除水而固化。

【0057】 在本發明中，水性可固化聚矽氧基組成物可經由固化反應形成該聚矽氧基防火片，該水性可固化聚矽氧基組成物包含：

- (A) 可固化聚矽氧基聚合黏合劑，其含有至少50質量%、至少55質量%、至少60質量%、至少65質量%、或至少70質量%之可固化聚矽氧聚合物，其中該可固化聚矽氧基聚合黏合劑介於57.5至95質量%、57.5至90質量%、57.5至85質量%、57.5至80質量%、57.5至75質量%、57.5至70質量%、57.5至65質量%、57.5至60質量%、60至95質量%、60至90質量%、60至85質量%、60至80質量%、60至75質量%、60至70質量%、60至65質量%、65至95質量%、65至90質量%、65至85質量%、65至80質量%、65至75質量%、65至70質量%、70至95質量%、70至90質量%、70至85質量%、70至80質量%、70至75質量%、75至95質量%、75至90質量%、75至85質量%、75至80質量%、80至95質量%、80至90質量%、80至85質量%、85至95質量%、85至90質量%、或90至95質量%範圍內；
- (B) 選自中空粒子，包括中孔粒子，諸如氣凝膠、及/或微孔粒子之隔熱填料中之至少一者，其量介於5至40質量%、5至35質量%、5至30質量%、5至25質量%、5至20質量%、5至15質量%、5至10質量%、10至40質量%、10至35質量%、10至30質量%、10至25質量%、10至20質量%、10

至15質量%、15至40質量%、15至35質量%、15至30質量%、15至25質量%、15至20質量%、20至40質量%、20至35質量%、20至30質量%、20至25質量%、25至40質量%、25至35質量%、25至30質量%、30至40質量%、30至35質量%、或35至40質量%範圍內，

(C) 該組分(A)之固化劑，

(D) 水，及可選地

(E) 選自由阻燃添加劑、固化催化劑、流變改質劑、消泡添加劑、潤濕添加劑、表面處理劑、著色劑、除了該隔熱填料外之填料、抗氧化添加劑、紫外線(UV)穩定劑添加劑、殺生物劑、及助黏添加劑所組成之群組的至少一者，

在聚矽氧基防火片之固體含量的總質量為100質量%的情況下。

【0058】 在本揭露之一實施例中，組分(A)為含有可固化聚矽氧及其它可固化可聚合材料的聚矽氧基聚合黏合劑，其中以聚矽氧基聚合黏合劑之總質量計，其他可固化可聚合材料之量為0質量%至30質量%、10質量%至30質量%、20質量%至30質量%、0質量%至20質量%、0質量%至10質量%、20質量%至30質量%、10質量%至20質量%。在混合之前，聚矽氧基聚合黏合劑之組分(A)可首先乳化或均質分散至(D)水中。

【0059】 作為(C)該組分(A)之固化劑，例示可交聯矽烷或縮合固化劑。通常，可水解矽烷（例如TEOS（四乙氧基矽烷）、MTMS（甲基三甲氧基矽烷）、NPOS（正丙基正矽酸酯）及其混合物）係較佳用作組分(C)

【0060】 在本發明中，製造該聚矽氧基防火片之方法包含：

- (1) 在水溶液中將聚矽氧基聚合黏合劑乳液與隔熱填料混合以形成濕漿或糊狀物；
- (2) 在基材，例如離型紙上施加濕漿或糊狀物，其中該濕漿或糊狀物之層

厚度在0.2 mm至10 mm、0.2 mm至5 mm、或2 mm至10 mm範圍內（在本發明中，厚度<0.2 mm，可能使其更容易在濕膜上產生針孔；且厚度>10 mm使得難以移除水且形成無裂縫乾燥片材）；

- (3) 藉由將濕膜置放在至多140°C之溫度及空氣循環下以移除水，形成乾燥片材，其中超出140°C之溫度可能導致破裂及其他缺陷。

【0061】 在本發明之實施例中，製造該聚矽氧基防火片之方法可進一步包含：在水溶液中與隔熱填料混合之前，向聚矽氧基聚合黏合劑乳液添加選自膠體二氧化矽、交聯劑、催化劑、流變改質劑、消泡劑、潤濕添加劑、著色劑、其他填料、殺生物劑、抗氧化添加劑、及UV穩定劑之一或多種成分。

【0062】 在本發明之實施例中，製造該聚矽氧基防火片之方法可進一步包含：在將隔熱填料添加至聚矽氧基聚合黏合劑乳液中之後，向濕漿或糊狀物添加選自膠體二氧化矽、交聯劑、催化劑、流變改質劑、消泡劑、潤濕添加劑、著色劑、其他填料、殺生物劑、抗氧化添加劑、及UV穩定劑之一或多種成分。

【0063】 在本發明之實施例中，製造該聚矽氧基防火片之方法可進一步包含：將一些水添加至濕漿或糊狀物中以調諧其流動性。添加水量為確保均質漿料具有稍好的流動性。根據乳液的固體含量與填料的裝載量，若漿料的流動性足以使塗層達到一定的濕膜厚度，則可能不需要添加水。若填料負載量超出某些體積濃度，則漿料不可流動，因此其難以將漿料塗佈成具有均勻厚度之濕膜，此時就需要加水來以增強流動性。在一些情況下，必須據此添加增稠劑負載以達到一定黏度。另一方面，應避免加水過多，因為會同時出現若干問題。其一為乾燥過量的水而浪費能源。其二為水分蒸發導致最終墊層中殘留的多孔孔隙及通道的體積濃度增加，其可能會降低隔熱效能。第三為保持漿料黏度，需要增加增稠劑用量。增稠劑量殘留在最終墊中且可能對機械效能具有不利影響。

【0064】 在本發明之實施例中，製造該聚矽氧基防火片之方法可進一步包

含：在上述步驟(3)產生的乾燥層之頂部上塗佈第二層的濕漿或糊狀物，接著進一步乾燥。若需要，該方法可進一步包含在乾燥的第二層之頂部上塗佈第三層的濕漿或糊狀物。可選地，本發明之方法可重複塗佈及乾燥若干次之步驟。

【0065】 在本發明之實施例中，製造該聚矽氧基防火片之方法可進一步包含：自基材，諸如離型紙移除乾燥片材。

【0066】 在本發明中，包含5至40 wt.%氣凝膠粒子、中空粒子、及中孔粒子以及 ≥ 57.5 wt.%的可為單獨的聚合黏合劑或聚矽氧及有機聚合物之混合物的之聚合黏合劑之聚矽氧基防火片可用於二級電池組，其包含至少一個電池模組外殼，其中該外殼包含彼此電連接之複數個電池單元。用於該等電池單元的較佳形狀為稜柱形或袋形，其較佳地由該聚矽氧基火防火片保護。

【0067】 在本發明之實施例中，描述一種電池組結構，其中該聚矽氧基防火片完全或部分地配置於至少兩個鄰近個別電池單元之間的空間中。當製備該電池組結構時，可藉由在其配置於至少兩個鄰近個別電池單元之間的空間中之前移除水來固化聚矽氧基防火片。在電池組結構的此製造方法中，「固化」或「半固化」聚矽氧基防火片可經完全或部分地配置（包括插入）於至少兩個鄰近個別電池單元之間的空間中而防止熱失控導致的「起火」電池的熱表面之熱量傳遞至鄰近良好單元。

【0068】 此外，聚矽氧基防火片可藉由移除該空間中之可固化聚矽氧基組成物之水而配置在至少兩個鄰近個別電池單元之間的空間中。在本發明之此實施例中，電池組結構係使用可固化聚矽氧基組成物製備，該組成物可固化於該聚矽氧基防火片中。更具體而言，電池組結構之此製造方法包含以下步驟：步驟(B-I)：以濕漿層形式使用水性可固化聚矽氧基組成物完全或部分地填充至少兩個鄰近個別電池單元之間的空間的步驟，及步驟(B-I)：在該步驟(B-I)之後，藉由在至多140°C之溫度下自剛塗佈之該水性可固化聚矽氧基組成物移除水而

在至少兩個鄰近個別電池單元之間的空間中形成聚矽氧基防火片的步驟。

【0069】 考慮到電池組裝方法中的程序需求或電池組結構所需的防火效能，可採用該等製造方法中之任一者以將聚矽氧基防火片配置於至少兩個鄰近個別電池單元之間的空間中。

【0070】 聚矽氧基防火片部分或完全填充該電池模組外殼之開放空間、及/或部分或完全覆蓋該等電池單元、及/或部分或完全覆蓋該模組外殼，及可選地覆蓋電池模組外殼之蓋。藉由將隔熱填料分散於聚合黏合劑乳液中獲得聚矽氧基防火片，塗佈至一定濕厚度，且在乾燥掉水之後形成具有隔熱無機填料之最終片材。隔熱無機填料具有中孔結構或中空結構，具有低於0.25 g/cc的真密度。聚矽氧基防火片亦可組裝在水冷卻板及金屬板之間，以防止在水冷卻板及電池盒金屬板之間熱擴散。藉由將隔熱填料分散於聚合黏合劑乳液中獲得聚矽氧基防火片，塗佈至一定濕厚度，且在乾燥掉水之後形成具有隔熱無機填料之最終片材。隔熱無機填料具有中孔結構或中空結構，其中真密度低於0.25 g/cc。可預先製造且接著組裝於電池盒中。亦可藉由將隔熱填料分散於聚合黏合劑乳液分散中而獲得的漿料塗佈至電池盒金屬板之內面上而製造，且在乾燥掉水之後形成隔熱塗層片材。

實例

【0071】 現將在以下實例中描述本發明之一些實施例，除非另外說明，否則其中所有份數及百分比皆按重量計。

【0072】 下表1中列出了實例中使用之原材料的資訊：

表1.實例中所用之原材料

等級	描述	來源
Dowsil™8005 水性樹脂	聚矽氧乳液，固體%呈約 50 質量%； 縮合反應可固化性	Dow Chemical
Syntegra™ YS-3000	聚胺甲酸酯分散液，固體%呈約 55 質量%	Dow Chemical
FR-122P	溴化丁二烯/苯乙烯嵌段共聚物，CAS 編號 1195978-93-8，Br：65%	ICL
Sb ₂ O ₃	純度：99.8%。	Hsikwang Shan Twinkling Star Co. LTD
ENOVA™ IC3110	氣凝膠粒子，二氧化矽，[(三甲基矽基)氧基]修飾， CAS 編號 102262-30-6。容積密度 0.06 至 0.15 g/cc， 粒度 100 μm 至 700 μm	CABOT
S-15	中空玻璃泡，真密度：0.13 至 0.16 g/cc，經計算之 21°C 下之導熱率呈 0.055W/m.K D10<25 μm，D50 <55 μm，D90<90 μm，最高<95 μm	3M
Keltrol® CG	黃原膠，天然流變改質劑	CP Kelco
Tego™ Antifoamer 4-88	基於有機改性矽氧烷之消泡乳液，活性含量：40%	Evonik

本發明實例1至本發明實例5（IE 1至IE 5）及比較實例1至比較實例3（CE 1至CE 3）

【0073】 在本揭露之本發明實例1至本發明實例5中，使用描述於表2中之彼等原料及其等量來製造聚矽氧基防火片。此處提供比較實例1至比較實例3作為對照。

表2：實例中使用之調配物

	CE 1	CE2	CE3	IE1	IE2	IE3	IE4	IE5
Dowsil 8005 (g)	100		100	100	100	100	70	
Syntegra YS-3000 (g)		100						
去離子水(g)		120	150	100	120	150		190
FR-122P (g)	6		6	6	6	6		
Sb ₂ O ₃ (g)	2		2	2	2	2		
Keltrol CG (g)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
消泡劑 4-88 (g)	1	1	2	2	1	1	0.5	1
IC3110 (g)		24	28	12	16	24		25
S-15 (g)							15	
用於鬆散片材之 Syntegra YS-3000 (g)								25
用於鬆散片材浸漬 之 Dowsil 8005 (g)								75

【0074】 對於IE1至IE4及CE1至CE3，其涉及三個步驟：

步驟1：調配濕漿；

步驟2：在基材上塗覆濕漿，且移除水以提供乾燥片材；及

步驟3：在高溫下測試乾燥片材之隔熱效能。

【0075】 關於該等步驟之詳細說明如下：

步驟1：調配濕漿

【0076】 向1公升塑膠杯中添加Dowsil 8005、去離子水(若需要)、FR-122P (若需要)、及Sb₂O₃ (若需要)，且用Cowles葉片在300 rpm攪拌速度下混合以形成均質漿料。接著在攪拌下在300 rpm下緩慢添加Keltrol CG粉末以確保粉末溶解且避免Keltrol CG粉末黏聚。在其完全溶解且黏度增加之後，在300 rpm之攪拌下逐漸添加IC3110或S-15 (若需要)，以產生均質漿料。

步驟2：在基材上塗覆濕漿且移除水以提供乾燥片材

【0077】 用刮刀將在步驟1中獲得之漿料塗佈在PTFE片材上，以形成具有2.5 mm厚度之濕片材。將濕片材在90°C下的烘箱中乾燥1小時，得到乾燥片材。

步驟3：高溫下的片材之隔熱效能。

【0078】 將乾燥片材切成8 cm × 8 cm正方形，置放在630°C溫度下穩定的熱台上，安裝帶有兩個K型熱電偶的Al板，外徑為0.5 mm，部分嵌入0.4 mm的凹槽中，與試樣之背面緊密接觸，以記錄背溫。Al板之所有表面均由隔熱石棉板覆蓋以控制熱擴散。將鋼負載物進一步安裝在Al板上以使試樣承受0.03 Mpa壓力。設定示意圖見圖1。在試樣附著於熱台後，所有安裝均在10秒內完成。藉由將具有4 ±0.2 mm之厚度的正方形8 cm × 8 cm氣凝膠片/墊安裝在Al板上來校準630°C之熱台溫度，其中片中心上之一個熱電偶直接接觸熱台表面。該校準持續至少20 min，使熱台表面穩定在630°C，之後開始隔熱效能測試。在該測試中，自試樣附著於熱台時開始記錄背溫。測試持續20 min。在四個角處測量片材試樣之原始厚度，且計算平均厚度。在測試期間，使用測隙規插入熱台與Al板之間，以在結束測試之前即測量厚度。記錄隨測試持續時間之背溫變化，且記錄厚度變化。

【0079】 對於IE5，其亦涉及三個步驟，但步驟2分成兩個部分：

2-1：在基材上塗覆濕漿且移除水以得到乾燥的鬆散片材；

2-2：將Dowsil 8005（亦即，聚合物乳液）浸漬於乾燥的鬆散片材且移除水以得到最終片材。

【0080】 步驟2-1及步驟2-2之詳情如下：

步驟2-1：

使用刮刀將Syntegra YS-3000、水、Keltrol CG增稠劑、消泡劑4-88、及氣凝

膠填料IC3110之混合物的漿料塗佈於PTFE片材上，以形成具有2.5 mm厚度的濕片材。將濕片材在90°C烘箱中乾燥持續1小時，得到乾燥的鬆散片材。

【0081】 步驟2-2：

藉由刷將Dowsil 8005均勻地浸漬於鬆散片材。將浸漬的鬆散片材放入90°C下的烘箱中持續1小時，得到乾燥片材。

表3：本發明實例1至本發明實例5（IE 1至IE 5）及比較實例1至比較實例3（CE 1至CE 3）中之填料質量%及體積%以及隔熱效能測試結果

	CE 1	CE2	CE3	IE1	IE2	IE3	IE4	IE5
乾燥片材中之隔熱填料的質量%	0.00	30.00	32.00	16.78	21.33	28.92	29.56	32.36
乾燥片材中之黏合劑質量%	84.7	68.8	57.1	69.9	66.7	60.2	69.0	66.3
乾燥片材中之聚矽氧烷質量%	84.7	0.0	57.1	69.9	66.7	60.2	69.0	48.5
黏合劑中之聚矽氧烷質量%	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	73.2
乾燥片材強度	極好	極好	不可接受	良好	良好	微弱	良好	良好
隔熱效能測試								
原始片材厚度(mm)	2.5	2.6	NA	2.5	2.5	2.5	2.9	2.6
測試後片材厚度(mm)	2.5	1.4	NA	2.5	2.5	2.5	2.9	1.8
背溫(°C)	190	208	NA	165	148	130	148	140
300sec	131	159	NA	108	101	88	104	91
600sec	190	198	NA	161	144	126	143	135
900sec	229	237	NA	195	173	152	169	164
1200sec	257	262	NA	219	191	170	187	182
測試期間起火	否	否	NA	否	否	否	小火	否

【0082】 乾燥片材中之總黏合劑質量%對機械強度至關重要。CE3顯示乾燥片材強度為不可接受的且很容易被手指碾成粉末，因為CE3中之黏合劑負載量低於60%。IE3顯示伴隨60.2質量%黏合劑之微弱片材強度，其表明在乾燥片材中的黏合劑需要>60質量%以確保在電池模組及封裝生產中之下游組裝操作有足夠

片材強度。

【0083】 與CE1（亦即，不具有任何隔熱填料之聚矽氧片材）相比，IE1至IE5顯示更低的背溫（參見圖2至圖4），表明顯著改良的隔熱效能。對於2.5 mm厚度之隔熱片材，為了在實際設計中滿足驗收標準，其需要當置放在處於630°C下伴隨0.03 Mpa壓力的熱台上20 min時，有低於220°C，較佳低於170°C之較低背溫。本發明之所有本發明實例在實際設計中均滿足標準。IE1中之隔熱填料之量接近底線，表明要保持良好的熱保護效能，>15 wt%的隔熱填料係較佳的。

【0084】 黏合劑中之聚矽氧烷wt%為隔熱效能之關鍵。CE2顯示具有聚胺甲酸酯作為主要黏合劑，隔熱效能甚至比CE1，亦即，不具有任何隔熱填料之聚矽氧片材更差。IE5顯示，當聚矽氧烷佔黏合劑大部分時，隔熱效能良好。其表明黏合劑中之聚矽氧烷質量%應>50%，較佳>60%，更佳>70%。

【0085】 除IE4外之所有實例在測試過程中都沒有引起任何起火，因為片材中添加了阻燃添加劑。IE4則引起小火，但在該測試結束時在自熱台移除時很快熄滅。通常可藉由添加一些阻燃添加劑來消除小火。

測試及評估

【0086】 驗收標準包括三個部分：機械強度；高溫下之隔熱；及熱台測試中之起火。

機械強度

【0087】 藉由彎曲來評估隔熱片材之機械強度。若具有2.5 mm厚度之片材可以1 cm半徑自一端向另一端彎曲超過50次，而沒有任何變化或損壞，則將其評為「極好」。若其可彎曲超過10次，而沒有明顯損壞，則將其評為「良好」。若其可彎曲超過1次，而沒有明顯損壞，則將其評為「微弱」。若其無法彎曲，

則將其評為「不可接受」。由於片材在批量生產中被捲起，因此需要至少進行一次彎曲。所提到之CE3及IE3中之片材的機械強度表明需要黏合劑負載量>60質量%。

高溫下之隔熱

【0088】 藉由熱台測試評估高溫下之隔熱。在實際設計中，對於具有厚度2.5 mm的隔熱片材，其需要當置放在處於630°C下伴隨0.03Mpa壓力的熱台上20 min時，背溫低於220°C。所有本發明實例均符合標準。IE1接近底線，表明隔熱填料>15質量%對於保持良好的熱保護效能為較佳的。另一方面，CE1及IE5顯示黏合劑中之聚矽氧烷質量%應佔大部分以確保足夠的隔熱效能。黏合劑中之聚矽氧烷質量%應>50%，較佳>60%，更佳>70%。

熱台測試中之起火

【0089】 藉由測試期間之火焰外觀評估隔熱片材之起火。若片材著火，則可能會產生額外的熱量，應當避免發生此情況。IE1至IE3顯示藉由添加阻燃添加劑，可避免起火。

【符號說明】

無

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種聚矽氧基防火片，其具有如下結構，其中選自氣凝膠粒子、中空粒子、及中孔粒子的至少一種隔熱填料黏合於聚矽氧基聚合黏合劑中，其中在該聚矽氧基防火片之固體含量的總質量為100質量%時，該隔熱填料之量在自5至40質量%範圍內，該聚矽氧基聚合黏合劑之量在自57.5至95質量%範圍內。

【請求項2】如請求項1之聚矽氧基防火片，其中該隔熱填料具有自1 μm 至1.20 mm之平均大小，且至少50質量%之該聚矽氧基聚合黏合劑為固化聚矽氧。

【請求項3】如請求項1之聚矽氧基防火片，該等氣凝膠粒子具有自0.01至1.0 mm範圍內的平均大小，在該聚矽氧基防火片之固體含量的總質量為100質量%時，其量在自15至35質量%範圍內。

【請求項4】如請求項1之聚矽氧基防火片，其中該聚矽氧基聚合黏合劑為水基聚矽氧聚合黏合劑。

【請求項5】如請求項1之聚矽氧基防火片，其中該聚矽氧基聚合黏合劑含有包含膠體二氧化矽之水基聚矽氧聚合黏合劑。

【請求項6】如請求項1之聚矽氧基防火片，其中該聚矽氧基聚合黏合劑進一步包含選自由阻燃添加劑、固化催化劑、流變改質劑、消泡添加劑、潤濕添加劑、表面處理劑、著色劑、除了該隔熱填料外之填料、抗氧化添加劑、殺生物劑、紫外線(UV)穩定劑添加劑、及助黏添加劑所組成之群組的至少一者。

【請求項7】如請求項1至6中任一項之聚矽氧基防火片，其施用於電池組。

【請求項8】一種電池組結構，其中如請求項1至6中任一項之聚矽氧基防火片完全或部分地配置於至少兩個鄰近個別電池單元之間的空間中。

【請求項9】如請求項8之電池組結構，其中電池之形狀為稜柱形或袋形。

【請求項10】如請求項8之電池組結構，其中該聚矽氧基防火片為在其配置於至少兩個鄰近個別電池單元之間的該空間中之前固化之聚矽氧基片材。

【請求項11】如請求項8之電池組結構，其中該聚矽氧基防火片係經由至少兩個鄰近個別電池單元之間的該空間中的可固化聚矽氧基組成物之固化反應之固化的聚矽氧基產物。

【請求項12】一種水性可固化聚矽氧基組成物，其經由固化反應形成為如請求項1至7中任一項之聚矽氧基防火片，在該聚矽氧基防火片之固體含量的總質量為100質量%時，該水性可固化聚矽氧基組成物包含：

- (A) 含有至少50質量%之可固化聚矽氧聚合物的聚矽氧基聚合黏合劑，其量在自57.5至95質量%範圍內，
- (B) 選自氣凝膠粒子、中空粒子、及中孔粒子之至少一種隔熱填料，其量在5至40質量%範圍內，
- (C) 固化劑，
- (D) 水，及可選地
- (E) 選自由阻燃添加劑、固化催化劑、流變改質劑、消泡添加劑、潤濕添加劑、表面處理劑、著色劑、除了該隔熱填料外之填料、抗氧化添加劑、殺生物劑、紫外線(UV)穩定劑添加劑、及助黏添加劑所組成之群組的至少一者。

【請求項13】如請求項12之水性可固化聚矽氧基組成物，其中組分(A)為聚矽氧基聚合黏合劑，其含有可固化聚矽氧聚合物及其他可固化/可聚合材料，其中該等其他可固化/可聚合材料之量為0質量%至30質量%。

【請求項14】如請求項12之水性可固化聚矽氧基組成物，其中組分(A)係乳化或均質分散於(D)水中。

【請求項15】一種生產如請求項1至7中任一項之聚矽氧基防火片之方法，其包含以下步驟：

步驟(I)：將如請求項11至13中任一項之水性可固化聚矽氧基組成物作為濕

漿層塗佈於基材上的步驟，該基材可選地具有離型層，以及

步驟(II)：在步驟(I)之後，藉由在至多140°C之溫度下自所塗佈之該水性可固化聚矽氧基組成物移除水而形成該聚矽氧基防火片的步驟。

【請求項16】如請求項15之生產該聚矽氧基防火片之方法，其中在步驟(I)中，該水性可固化聚矽氧基組成物之該濕漿層具有自0.2至10.0 mm之厚度。

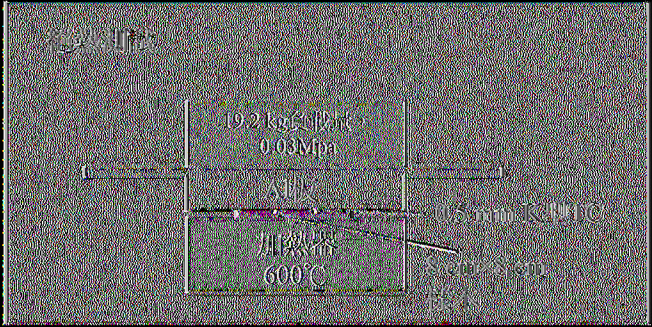
【請求項17】如請求項15之生產該聚矽氧基防火片之方法，其進一步包含藉由在步驟(I)之前或與步驟(I)同時添加水及/或流變改質劑來控制該水性可固化聚矽氧基組成物之黏度及/或流動性的步驟。

【請求項18】一種生產如請求項8之電池組結構的方法，其包含將如請求項1至7中任一項之聚矽氧基防火片完全或部分地配置於至少兩個鄰近個別電池單元之間的空間中的步驟。

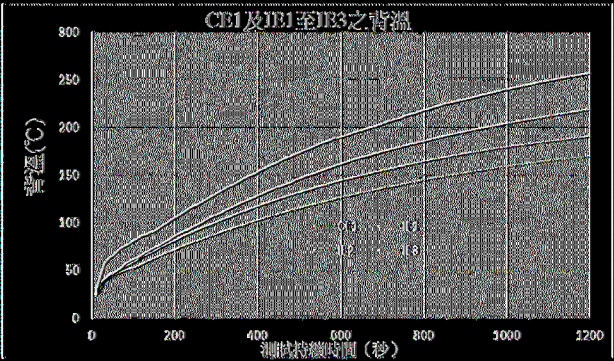
【請求項19】一種生產如請求項8之電池組結構的方法，其包含以下步驟：

步驟(B-I)：使用如請求項12至14中任一項之水性可固化聚矽氧基組成物作為濕漿層完全或部分地填充至少兩個鄰近個別電池單元之間的空間的步驟，及

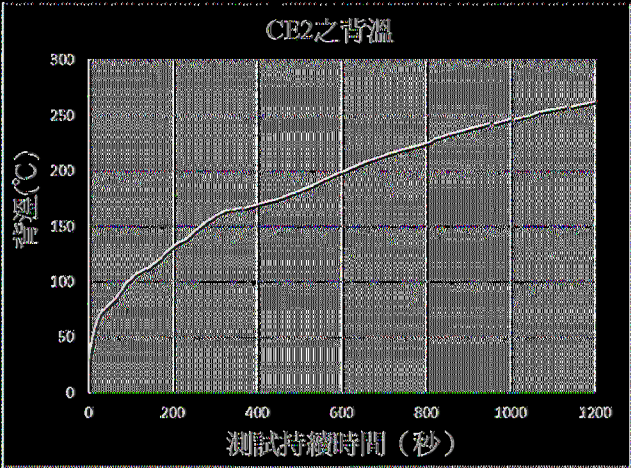
步驟(B-II)：在該步驟(B-I)之後，藉由在至多140°C之溫度下自所塗佈之該水性可固化聚矽氧基組成物移除水而在至少兩個鄰近個別電池單元之間的該空間中形成聚矽氧基防火片的步驟。



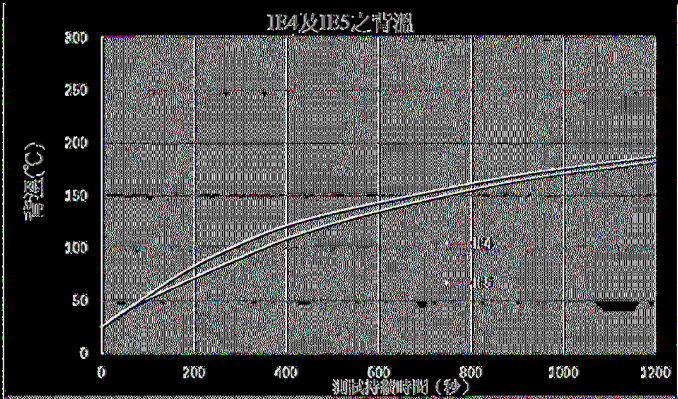
|(圖 1)|



[(10)2]



(圖3)



$$\left| \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \right|$$