

(21) 申請案號：111108206

(22) 申請日：中華民國 111 (2022) 年 03 月 07 日

(51) Int. Cl. :

*H01M10/0525(2010.01)**H01M10/61 (2014.01)**H01M10/647 (2014.01)**H01M10/653 (2014.01)**H01M10/655 (2014.01)**H01M10/655(2014.01)**H01M10/6555(2014.01)**H01M50/20 (2021.01)**H01M50/209 (2021.01)**H01M50/271 (2021.01)**H01M50/293 (2021.01)*

(30) 優先權：2021/03/09

美國

63/158,675

(71) 申請人：美商羅傑斯公司 (美國) ROGERS CORPORATION (US)

美國

(72) 發明人：克里斯第 麥克斯 KRISTY, MAX (US) ; 馬茲其 肯尼斯 A MAZICH, KENNETH

A. (US)

(74) 代理人：黃瑞賢

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：19 項 圖式數：20 共 56 頁

(54) 名稱

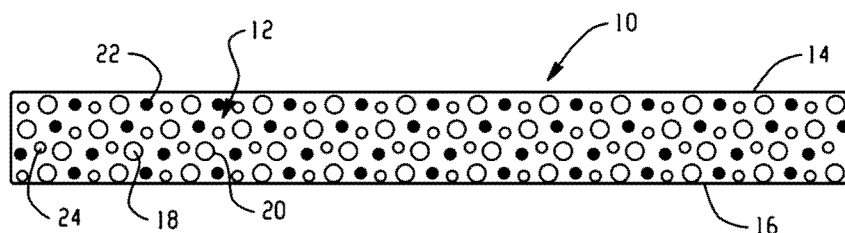
複合熱管理片材、製造方法、使用其之電池組之組件、及包含其之電池組

(57) 摘要

一種用於電池組之複合熱管理片材，其包含聚矽氧發泡層及設置於該聚矽氧發泡層內之反應性填料組成物，該反應性填料組成物包含第一填料在初始受熱時分解產生水，及第二填料，其與該第一填料不同，其中該第二填料與該第一填料之分解產物形成一個隔熱層，或吸收水，或兩者。

A composite thermal management sheet for a battery includes a silicone foam layer; and a reactive filler composition disposed within the silicone foam layer, the reactive filler composition including a first filler that decomposes to generate water upon initial exposure to heat; and a second filler different from the first filler, wherein the second filler forms a thermal barrier layer with a decomposition product of the first filler, or absorbs the water, or both.

指定代表圖：



【圖 1】

符號簡單說明：

10: 複合熱管理片材

12: 彈性聚矽氧發泡層

14: 第一外表面

16: 相對第二外表面

18: 孔隙

20: 彈性發泡材料之內表面

22: 填料

202240962

TW 202240962 A

24: 埴料

【發明摘要】

【中文發明名稱】

複合熱管理片材、製造方法、使用其之電池組之組件、及包含其之電池組

【英文發明名稱】

COMPOSITE THERMAL MANAGEMENT SHEET, METHOD OF MANUFACTURE, ASSEMBLY FOR A BATTERY USING THE SAME, AND BATTERY INCLUDING THE SAME

【中文】

一種用於電池組之複合熱管理片材，其包含聚矽氧發泡層及設置於該聚矽氧發泡層內之反應性填料組成物，該反應性填料組成物包含第一填料在初始受熱時分解產生水，及第二填料，其與該第一填料不同，其中該第二填料與該第一填料之分解產物形成一個隔熱層，或吸收水，或兩者。

【英文】

A composite thermal management sheet for a battery includes a silicone foam layer; and a reactive filler composition disposed within the silicone foam layer, the reactive filler composition including a first filler that decomposes to generate water upon initial exposure to heat; and a second filler different from the first filler, wherein the second filler forms a thermal barrier layer with a decomposition product of the first filler, or absorbs the water, or both.

【指定代表圖】圖1

【代表圖之符號簡單說明】

10:複合熱管理片材

12:彈性聚矽氧發泡層

14:第一外表面

16:相對第二外表面

18:孔隙

20:彈性發泡材料之內表面

22:填料

24:填料

【發明說明書】

【中文發明名稱】

複合熱管理片材、製造方法、使用其之電池組之組件、及包含其之電池組

【英文發明名稱】

COMPOSITE THERMAL MANAGEMENT SHEET, METHOD OF MANUFACTURE, ASSEMBLY FOR A BATTERY USING THE SAME, AND BATTERY INCLUDING THE SAME

【技術領域】

【0001】 本發明提供一種用於電池組中的複合熱管理片材，特別是用於延遲或防止鋰離子電池組熱散逸。本發明係進一步關於製造該複合熱管理片材的方法及包含該複合熱管理片材之電池組件及電池組。

【先前技術】

【0002】 由於諸如電動交通工具及電網儲能系統等應用，以及其他多單元電池組（multi-cell battery）應用的成長，例如電動自行車、不斷電電池系統以及鉛酸電池的替代品，對鋰離子電池等電化學能量儲存裝置的需求不斷增加。由於該使用的增加而需要熱管理的方法。對於大型應用，例如電網儲存及電動交通工具，經常使用串聯與並聯陣列連接的多個電化學電池單元，而其可導致熱散逸。一旦電池單元處於熱散逸模式，電池單元產生的熱量會在相鄰電池單元中引起熱散逸傳播反應，有可能造成級聯效應從而點燃整個電池組。

【0003】 雖然已經考慮過嘗試降低電池組的熱散逸，但大多仍存在缺陷。舉例而言，已考慮過藉由加入阻燃添加劑或使用本質上不易燃的電解質來

第1頁，共 40 頁(發明說明書)

R00018-P07

改良電解質，但此等方法會對電池組之電化學性能產生負面影響。其他熱管理或防止級聯熱散逸的方法包含在電池單元或電池單元簇之間增加隔熱量，以減少熱事件期間的熱傳遞量。然而，此等方法會限制可以達到的能量密度上限。

【0004】 隨著對具有改良熱管理及較低熱散逸風險的電池需求增加，因而需要一種用於電池組的方法及組件，能防止或延遲熱量、能量或兩者向周圍電池單元傳播。

【發明內容】

【0005】 於一態樣中，用於電池組的複合熱管理片材包含一聚矽氧發泡層，及一設置於該聚矽氧發泡層內之反應性填料組成物，該反應性填料組成物包含一第一填料在初始受熱時分解產生水，及第二填料，其與該第一填料不同，其中該第二填料與該第一填料之分解產物形成一個隔熱層，或吸收水，或兩者。

【0006】 電池組之組件包含前述放置於一電化學電池單元表面之複合熱管理片材。

【0007】 該態樣亦揭露包含前述組件之電池組。

【0008】 前述說明及其他特徵由以下圖式、實施方式、實施例及申請專利範圍舉例說明。

【圖式簡單說明】

【0009】 以下為圖式的簡述，其目的係為說明而非限制本發明揭露的示例性實施例。

【0010】

〔圖1〕圖1為複合熱管理片材之一態樣的截面示意圖；

〔圖2〕為複合熱管理片材之一態樣的示意圖，且該複合熱管理片材位於兩個電池單元之間；

〔圖3〕為複合熱管理片材之一態樣的示意圖，且該複合熱管理片材位於兩個電化學電池單元之間；

〔圖4〕為描述複合熱管理片材之一態樣的示意圖，且該複合熱管理片材位於電池單元陣列；

〔圖5〕為描述包含複合熱管理片材之電池組之組件之一態樣的示意圖；

〔圖6〕為用於熱板試驗之裝置的示意圖；

〔圖7〕為用於熱板試驗之位於熱板及裝置頂層之間的變形隔層之圖示；

〔圖8〕為由包含硼砂及硼酸鋅的反應性填料組成物形成之硼矽酸鹽隔熱層的照片；

〔圖9〕為呈現比較實施例1與實施例1至6之熱散逸模擬測試結果的溫度（ $^{\circ}\text{C}$ ）對時間（分）的曲線圖；

〔圖10〕圖10A為用於穿刺試驗之第一種裝置的展開視圖之示意圖；圖10B為圖10A所示之非展開視圖之示意圖；

〔圖11〕為呈現比較實施例3與實施例7之穿刺試驗結果之溫度（ $^{\circ}\text{C}$ ）對時間（分）之關係圖；

〔圖12〕為呈現比較實施例2及3與實施例7在不同厚度下之穿刺試驗結果之伏特（V）對時間（分）之關係圖；

〔圖13〕為比較實施例3之熱釋放率（HRR）（瓦特/克（W/g））對溫度

(°C)之關係圖；

〔圖14〕為實施例7之HRR (W/g) 對溫度 (°C) 之關係圖；

〔圖15〕為實施例8之HRR (W/g) 對溫度 (°C) 之關係圖；

〔圖16〕圖16A為用於穿刺試驗之第二種裝置的展開視圖之示意圖；圖16B為圖16A所示之非展開視圖之示意圖；

〔圖17〕為呈現比較實施例3之穿刺試驗結果之溫度 (°C) 對時間 (秒) 之關係圖；

〔圖18〕為呈現實施例7之穿刺試驗結果之溫度 (°C) 對時間 (秒) 之關係圖；

〔圖19〕為實施例7在進行穿刺試驗後之照片；及

〔圖20〕為呈現實施例8之穿刺試驗結果之溫度 (°C) 對時間 (秒) 之關係圖。

【實施方式】

【0011】 電池組的熱管理，例如：防止電池組中的熱散逸是一個難題，尤其是包含多個電化學電池單元的電池組，因為與處於熱散逸的電池單元相鄰的電池單元可以從中吸收足夠的能量，使其升溫至原設計的操作溫度以上，觸發相鄰電池單元也進入熱散逸狀態。此種引發熱散逸事件後的傳播會導致電池單元進入一系列級聯的熱散逸連鎖反應，因為電池單元會點燃相鄰電池單元。特別困難的是在極薄的片材中達到有效的熱管理性質，例如總厚度共30毫米 (mm) 或更少、或20 mm或更少、或15 mm或更少、或10 mm或更少、或8 mm或更少、或6 mm或更少之片材。為了減少製品尺寸及重量並節省材料，對於薄

的片材的需求遞增。

【0012】 本案發明人發現，包含聚矽氧發泡材及反應性填料組成物之複合熱管理片材可用於防止或降低此種級聯熱散逸事件的強度。該反應性填料組成物之配製使其在暴露於熱源時，填料組成物首先產生並吸收水分，其可減輕對相鄰電池單元之熱傳遞。在一態樣中，水可被截留，亦可被脫附，以提供水之再循環。在另一態樣中，在持續受熱的情況下，該彈性聚矽氧層及反應性填料組成物可形成一隔熱層，其可進一步減輕對相鄰電池單元之熱傳遞。

【0013】 意外發現使用反應性填料組成物特別有助於製造很薄之複合熱管理片材，即30 mm或更少、或20 mm或更少、或15 mm或更少、或10 mm或更少、或8 mm或更少、或6 mm或更少，以及具有良好隔熱性質的複合熱管理片材。該複合熱管理片材可具有額外的有利性質，例如好的抗刺紮性。該複合熱管理片材可在進行多次的加熱及冷卻循環後，仍提供良好的隔熱。該複合熱管理片材可進一步為電化學電池單元及電池組提供壓力管理。該複合熱管理片材提供的隔熱層可用於電池組之各個位置以防止熱散逸。該複合熱管理片材可進一步提高電池組之耐燃性。

【0014】 如前所述，該複合熱管理片材包含一彈性多孔層，及至少兩種具有特定性質的填料。如圖1所示之一態樣，該複合熱管理片材10包含一個具有第一外表面14及相對第二外表面16之彈性聚矽氧發泡層12。雖描繪為扁平的，外表面之一或兩者或全部可為有輪廓的，以使其與電化學電池單元的一個表面更良好配合。

【0015】 彈性聚矽氧發泡層12進一步包含多個開孔，即，孔隙18。孔隙由在彈性聚矽氧發泡材料中之孔隙的內表面20所界定。孔隙可為相連接或分散

的。可存在相連接或分散的孔隙之組合。孔隙可完全包含在片材之中，或至少一部份的孔隙可向片材之表面開放，使其得以與周遭環境交流。於一態樣中，至少一部分的孔隙為相連接且至少一部份的孔隙為開放，使來自第一外表面14的空氣、水、水蒸氣等可通過至相對第二外表面16，在本文稱為「開孔發泡材」。於另一態樣中，發泡材可為「閉孔發泡材」，其中孔隙有或沒有相互連接，且基本上不向片材的表面開放，或完全封閉，如此片材便不允許空氣、水、水蒸氣或類似物質從一個外表面向另一外表面大量通過。於另一態樣中，發泡材基本上為閉孔發泡材，或完全閉孔之發泡材。

【0016】 進一步參照圖1，該填料組成物包含分布於彈性聚矽氧發泡層12中二種或以上的不同填料22、24。該填料可基本上均勻分布，或梯度分布，例如由第一外表面14向第二外表面16的方向增加。如本說明書所使用，「設置於 (disposed within)」此用語可指反應性填料組成物分佈於聚矽氧發泡層之基質內，如圖1所示。此外，本說明書所使用，「設置於」此用語可指反應性填料組成物可位於聚矽氧發泡層之孔隙18內，例如：塗佈在彈性發泡材料之內表面20上，或以顆粒形式位於孔隙中。聚矽氧發泡層中一部份的孔隙可包含該反應性填料組成物，或基本上全部、或全部的孔隙可包含該反應性填料組成物。各包含該反應性填料組成物的孔隙可各自被部分填滿、基本上完全填滿、或完全填滿。

【0017】 選擇對電池組（如鋰離子電池）之普通操作條件為惰性之聚矽氧發泡材，作為反應性填料組成物之載體，及為隔熱層之形成提供矽源，如下文更詳細地描述。各種聚矽氧發泡材在本領域中為習知的，及可被使用的。在一態樣中，聚矽氧發泡材包含聚（二烷基矽氧烷），例如：聚（二甲基矽氧

烷)。

【0018】 該反應性填料組成物包含至少兩種具有特定性質的填料。從以下的討論中可理解，與填料組成物有關之術語「反應性 (reactive)」既包含化學反應，例如打斷存在的化學鍵或形成新的化學鍵，亦包含物理過程，例如：打斷或形成氫鍵。首先選擇反應性填料組成物中至少兩種填料中各自的類型及數量，以在受熱時產生水。如本說明書所用，「產生水 (generating water)」此用語可指水的釋放，例如：從水合物中釋放，或水的形成，例如藉由化學反應過程。此外，產生的水可為液體或水蒸氣的形式。如本說明書所用，「水 (water)」此用語，相應地包含液態水、水蒸氣或其組合。如本說明書所用，「熱 (Heat)」此用語，係指高於電池普通工作溫度之熱，包含由火焰或與火焰接觸所產生的熱。此種溫度可為100°C或更高溫度，或200°C或更高溫度，或300°C或更高溫度，或500°C或更高溫度。在不受理論約束的情況下，據信從反應性填料組成物中生成的水可藉由吸收熱、重新分配熱或藉由水蒸發以提供隔熱之性質。

【0019】 進一步可選擇至少兩種填料中各自的類型及數量以於受熱時、吸收水，或兩者的情況下於原本的位置形成隔熱層。本說明書所用，「隔熱層 (thermal barrier layer)」此用語，係指與複合熱管理片材物理上不同、化學上不同或物理與化學上均異之一層，其可對熱、火焰或兩者提供傳導或對流之隔熱層。「隔熱層」包含所屬技術領域中可使用之炭層，或水泡脹聚合物。本案發明人發現，若不在原本的位置形成隔熱層，熱空氣及水蒸氣藉由彈性多孔層，包含藉由電池單元壁的運輸，可產生快速的熱傳遞到相鄰的電池單元。在不受理論約束的情況下，據信隨著隔熱層在原本的位置形成，複合熱管理片材

失效電池單元一側上產生的熱空氣及水被限制在失效電池單元之表面，或在複合熱管理片材中，或兩者。此可藉由隔熱層之壓力產生以保護相鄰的電池單元，亦可藉由阻止對流熱傳遞、傳導熱傳遞或兩者進入相鄰的電池單元。

【0020】 至少兩種填料較佳為顆粒型式，以在製造聚矽氧發泡材時易於融入其中。如上所述，顆粒型式之反應性填料組成物可位於聚矽氧發泡層之聚矽氧基質中，亦可位於聚矽氧發泡層的孔隙內，或兩者。聚矽氧發泡層中部分孔隙可包含顆粒活性填料組成物，或者基本上全部，或所有孔隙均可包含顆粒活性填料組成物。含有顆粒活性填料組成物之各孔隙可各別被部分填滿、基本上完全填滿或完全填滿。在一態樣中，其中反應性填料組成物之顆粒相較孔隙的直徑而言較大，或孔隙基本上或完全由多個較小顆粒填滿，顆粒在孔隙中的移動可能被限制。於此態樣中，該顆粒反應性填料組成物可在製造該層時位於孔隙中（例如，藉由將顆粒反應性填料組成物含入用於形成該聚矽氧發泡層的成分中），或顆粒反應性填料組成物可在聚矽氧發泡層製造完成後以合適的液態載體、真空或其他已知方法浸潤於孔隙中。

【0021】 可使用不同反應性填料組成物之組合，包含不同種類、形式或位置。例如，在聚矽氧發泡層之孔隙中顆粒型式反應性填料組成物可與分布於聚矽氧發泡層中的顆粒型式反應性填料組成物組合使用。

【0022】 該反應性顆粒可為任何形狀，不規則或規則，例如大致為球形、球形、或盤形。於一重要特徵中，大部分、基本上全部、或全部的顆粒之最大尺寸皆小於其所位於之層或孔隙之厚度，以為該層提供光滑的表面。所使用的特定直徑因而取決於顆粒的位置。可使用雙峰、三峰或更高的多峰顆粒分布。例如：當填料顆粒於聚矽氧發泡層之基質及聚矽氧發泡層的孔隙中時，可

呈現顆粒的雙峰分佈。

【0023】 至少兩種不同於彼此之填料，其為三水合鋁、硝酸銨、硼砂、水合矽酸鈉、氫氧化鎂、五水合鹼式碳酸鎂、八水合磷酸鎂、硼酸鋅、超吸水性聚合物，或水玻璃中之至少其二。

【0024】 在受熱時能產生水之填料包含各種水合礦物填料，例如：三水合鋁（亦被稱為氫氧化鋁或ATH）、硼砂（五水合四硼酸鈉）、水合矽酸鈉、五水合鹼式碳酸鎂、八水合磷酸鎂、超吸水性聚合物，及水玻璃。前述填料亦可組合使用。應理解的是，水合礦物填料及水玻璃可用不同的化學式表示，前述內容包含各種化學式。無使用部分已知可用作相變材料之水合礦物填料，其於較低溫度下（例如：低於100°C，或低於200°C）釋放水分，以防止在普通操作溫度下發生相變。

【0025】 可參與形成隔熱層、吸水或兩者之填料包含各種含鈉、矽及硼之礦物填料。單一填料既能產生水，又能參與隔熱層的形成。此種類型之示例性填料可包含ATH、硝酸銨、硼砂、水合矽酸鈉、氫氧化鎂、五水合鹼式碳酸鎂、八水合磷酸鎂、硼酸鋅、超吸水性聚合物、水玻璃，或其之組合。

【0026】 在第一態樣中，該反應性填料組成物包含ATH及硼酸鋅。此種組合在受熱時產生水。水可使聚矽氧發泡材膨脹，從而提供一個反壓力。不受理論約束，生成的水可吸收熱量，以防止熱散逸。進一步熱可藉由液態水轉化為水蒸氣而被吸收。ATH及硼酸鋅的熱容量可進一步促進熱吸收。在暴露於熱源時，可形成一個多孔隔熱層。

【0027】 在第二態樣中，所選之第一及第二填料既能產生水，又能在受熱時在原本的位置產生硼矽酸鹽玻璃隔熱層。在此態樣中，該第一及第二填料

可包含硼砂及水合矽酸鈉之組合。硼砂及水合矽酸鈉可生成水，及可提供鈉及硼以形成硼矽酸鹽玻璃。彈性矽層之分解可提供矽以形成硼矽酸鹽玻璃。此外，在此一態樣中，可使用ATH、硼酸鋅及水合矽酸鈉之組合。不受理論約束，據信在暴露於熱源時，複合熱管理片材會因聚矽氧及硼砂之熱容量、從硼砂產生的水及任何蒸氣之熱，及硼矽酸鹽玻璃之吸熱形成而吸收熱量。隔熱層可在暴露於熱源時形成並膨脹。

【0028】 有利的是，在反應性填料組成物中可使用硼砂及硼酸鋅之組合。意外地發現，當使用硼砂及硼酸鋅時，硼矽酸鹽玻璃隔熱層膨脹且變形，以形成一個有彈性而又堅硬之層。變形可作為對相鄰的膨脹電池組電池單元之正向力，其可減少或防止進入熱散逸之膨脹電池單元造成之損害。在不受理論約束的情況下，據信藉由膨脹壓力產生之正向力及炭層之形狀可進一步阻止對流及傳導之熱傳遞。

【0029】 在此等態樣中，可選擇反應性填料組成物的成分及濃度，以提供階段性之水釋放，從而提供連續的熱減量。例如：已發現在對包含硼砂及硼酸鋅組合之填料組成物進行熱板測試時，來自熱板的熱會擴散到彈性發泡材中，並首先在140°C時從硼砂產生水蒸氣，及接著在340°C時從硼酸鋅產生水蒸氣。同樣地，在不受理論約束的情況下，據信水從硼砂中之初始釋放，啟動並保持隔熱層的生成，並影響最終硼矽酸鹽玻璃隔熱層之厚度，從而影響施加之壓力。此過程亦因聚矽氧、硼酸鋅及硼砂之熱容量、硼酸鋅及硼砂之水的產生及任何蒸氣之熱，及硼矽酸鹽玻璃之吸熱形成而吸收熱量。此外，複合材料層之變形為熱傳遞提供阻力。

【0030】 在另一個階段性釋放水之實施例中，包含硼砂及三水合鋁之反

應性填料組成物可先在140°C時從硼砂中產生水蒸氣，接著在220°C時從ATH之分解中產生水蒸氣。

【0031】 另一種可提供階段性水釋放之反應性填料組成物可包含硼砂、ATH及硼酸鋅。此種組合可提供一個3階段水生成系統，其可在140°C時由硼砂生成水，在220°C時由ATH生成水，及在340°C時由硼酸鋅生成水。

【0032】 在第三態樣中，進一步配製可吸收水之反應性填料組成物，水可被截留或釋放（回收）。於此態樣中，水的吸收提供一額外的機制以延遲、減少或阻止對流熱傳遞。水的吸收可進一步促進複合傳導熱層之膨脹，以提供額外的壓力減量。於此態樣中，該反應性填料組成物包含一種受熱時產生水之填料及一種可吸收所產生的水之填料。水可被永久地吸收（即截留），亦可被可釋放地吸收（脫附），使水可再循環。

【0033】 於此態樣中，產生水之填料可包含硼砂、ATH、五水合氫氧化鎂（MDH），或其之組合。

【0034】 可吸收所產生之水的填料包含超吸水性聚合物（SAP）。在部分條件下，SAP會吸收及截留水分，其中截留之水分只在SAP分解時才會被釋放。在其他條件下，不分解SAP的情況下，SAP可吸收及釋放水。超吸水性聚合物在所屬技術領域為已知的，例如：澱粉與丙烯腈均聚物或共聚物接枝之水解產物，例如：水解澱粉-聚丙烯腈；與丙烯酸、丙烯醯胺、聚乙烯醇（PVA）或其組合接枝之澱粉，例如：澱粉-g-聚（2-丙烯醯胺-co-2-丙烯酸，鈉鹽）（ starch-g-poly(2-propeneamide-co-2-propenoic acid, sodium salt) ）；水解澱粉-聚丙烯腈乙炔-順丁烯二酐共聚物；交聯羧甲基纖維素；丙烯酸酯均聚物及其共聚物，例如：聚（丙烯酸鈉）及聚（丙烯酸酯-co-丙烯醯胺），特別是聚（丙烯酸

鈉-co-丙烯酸醯胺)；水解丙烯酸腈均聚物；2-丙烯酸均聚物及共聚物，例如：聚(2-丙烯酸，鈉鹽)及聚(2-丙烯酸醯胺-co-2-丙烯酸，鈉鹽)或聚(2-丙烯酸醯胺-co-2-丙烯酸，鉀鹽)；交聯修飾聚丙烯酸醯胺；聚乙烯醇共聚物、交聯聚氧化乙烯等。可使用兩種或多種不同SAP之組合。

【0035】 SAP較佳為電解質，例如：聚(丙烯酸酯)之鹽類，例如：聚(丙烯酸鈉)。SAP之膨脹率可為15:1至1000:1。較佳為更高之膨脹率。在吸收水分時，SAP會截留水分並膨脹。膨脹可作為一正向力對抗相鄰的膨脹電池組電池單元，其可減少或防止進入熱散逸之膨脹電池所造成的損害。

【0036】 SAP可選擇性地用水(藉由噴灑、浸泡或其他方法)在水中進行水合。例如：SAP可在混入該聚矽氧發泡材前進行水合，或將含SAP之複合熱管理層在室溫水中浸泡24小時。

【0037】 在不受理論約束的情況下，據信於此態樣中，如前所述，隨著溫度升高(可選擇各種溫度)，水最初從填料中產生。水被SAP吸收。在此態樣中，SAP所吸收的水被截留而不釋放。在另一態樣中，SAP所吸收的水吸收熱量，接著被釋放，離開含有電化學電池單元之系統，或被複合熱管理片材中不同位置之其他脫水SAP所吸收。最終，硼矽酸鹽玻璃可形成一個連續及彈性的隔熱層。

【0038】 另一種可用於吸收水之填料為水玻璃。如所屬技術領域已知，水玻璃可溶於水，包含氧化鈉(Na_2O)及二氧化矽(氧化矽， SiO_2)。在部分條件下，水玻璃可吸收水以截留水，或吸收水並釋放水。

【0039】 在另一態樣中，反應性填料組成物可被配製成於原本的位置產生水玻璃，而不會使彈性聚矽氧層分解。在此態樣中，該填料可包含硼砂及水

合矽酸鈉。可存在其他成分，例如：三水合鋁、氫氧化鎂、五水合鹼式碳酸鎂或硝酸銨等，或其之組合。在不受理論約束的情況下，據信取決於所使用之水生成填料之組合，熱量會擴散到聚矽氧發泡層中，在不同的溫度下產生水。生成水之填料分解後的殘餘離子可形成路易斯酸或路易斯鹼，並與水合矽酸鈉反應以形成水玻璃。水可被釋放出以進行再循環。取代性地，當水因加熱而蒸發時，水玻璃溶液可凝固以提供一種玻璃狀固體，其可作為聚矽氧發泡材內部或外部之傳熱層。

【0040】 複合熱管理片材可藉由所屬技術領域已知之方法由聚矽氧發泡成型組成物製造而得。反應性填料組成物可在反應性填料組成物發泡及固化前混入至聚矽氧發泡成型組成物中。例如：合適的聚矽氧發泡材可藉由反應發泡及固化聚矽氧發泡成型組成物來生成得之，該組成物包含具有末端不飽和之聚矽氧烷，例如：乙烯基及具有末端氫化物基團之聚矽氧烷。用於形成聚矽氧發泡材之聚矽氧烷在25°C時的黏度可為100至1,000,000泊。用於形成聚矽氧發泡材之聚矽氧烷可具有鏈狀取代基，例如：氫化物、甲基、乙基、丙基、乙烯基、苯基及三氟丙基，除了末端氫化物及乙烯基，亦有羥基、烷氧基、醯氧基、烯丙基、肟基、胺氧基、異丙氧基、環氧基、氫硫基或其他已知之反應性末端基團。亦可由具有不同官能基團或反應性基團的多種聚矽氧烷基底聚合物生產所需的發泡材。聚矽氧發泡材亦可使用多種具有不同分子量的聚矽氧烷（例如：雙峰或三峰分子量分佈）生產得之，只要組合之黏度可以容易混入反應性填料組成物並容易製造。

【0041】 聚矽氧發泡成型組成物可進一步包含催化劑，例如：含有貴金屬之催化劑，較佳為含鉑之催化劑。催化劑可沉積在惰性載體上，例如矽膠、

氧化鋁或碳黑。各種鉑催化劑抑制劑亦可存在，以控制發泡及固化反應之動力學，從而控制聚矽氧發泡材之孔隙率及密度。此種抑制劑之例子包含聚甲基乙炔基矽氧烷環狀化合物及炔醇。此等抑制劑不應該以破壞發泡材的方式來干擾發泡及固化。可以存在化學發泡劑。

【0042】 在生產聚矽氧發泡材時，聚矽氧發泡成型組成物的反應性成分可配製為兩部分，一部分（「A部分」）包含具有末端不飽和之聚矽氧烷及反應性填料組成物，且若使用該A部分時，亦包含催化劑、抑制劑及化學發泡劑；及另一部分（「B部分」）包含氫化物基團之聚矽氧烷。此等部分可被量計、混合及鑄造，例如：倒入一個模具或進入連續的塗佈產線中。接著在模具中或在連續的塗佈產線上進行發泡及固化。在另一種生產方法中，聚矽氧發泡成型組成物之反應性成分可與反應性填料組成物及化學發泡劑、物理發泡劑或其他添加劑（若有使用的話）一起被引入擠製機中。接著，催化劑可被量計到擠製機中，以開始發泡及固化反應。使用液態二氧化碳或超臨界二氧化碳等物理發泡劑，與水等之化學發泡劑結合使用，可產生密度更低之發泡材。

【0043】 可選地，可將複合熱管理片材浸泡在水中一段時間，例如：24小時，以將水浸入複合熱管理片材。液態水之高熱容量有助於顯著地延遲熱量從複合熱管理片材之一個表面傳到複合熱管理片材的另一個表面。

【0044】 如前所述，調整反應性填料組成物中每一種填料之含量以提供所需的水生成及隔熱層形成之程度。基於聚矽氧發泡成型組成物之A部分的總重量，A部分可包含10至80重量%（重量%）或20至70重量%，或30至60重量%之反應性填料組成物，A部分組成物的其餘部分為A部分之其他成分。

【0045】 當反應性填料組成物包含ATH及硼酸鋅時，其各基於A部分的

總重量，A部分可包含5至40重量%、或10至40重量%、或20至40重量%之ATH及5至40重量%、或10至40重量%、或20至40重量%之硼酸鋅，A部分組成物之其餘部分為A部分之其他成分。

【0046】 當反應性填料組成物包含硼砂及水合矽酸鈉時，其各基於A部分的總重量，A部分可包含5至50重量%、或10至40重量%、或20至40重量%之硼砂及、5至30重量%、或10至30重量%之水合矽酸鈉，A部分組成物之其餘部分為A部分之其他成分。

【0047】 當反應性填料組成物包含ATH、水合矽酸鈉及硼酸鋅時，其各基於A部分的總重量，A部分可包含5至30重量%、或10至20重量%之ATH、5至30重量%、或10至30重量%之水合矽酸鈉、及5至40重量%、或10至30重量%、或10至30重量%之20至30%之硼酸鋅，A部分組成物之其餘部分為A部分之其他成分。

【0048】 當反應性填料組成物包含硼砂及硼酸鋅時，其各基於A部分的總重量，硼砂之含量可為5至45重量%、或10至40重量%、較佳為15至35重量%及更佳為20至30重量%，及硼酸鋅之含量可為5至40重量%、或10至40重量%、較佳為15至35重量%及更佳為20至30重量%，A部分組成物之其餘部分為A部分之其他成分。

【0049】 當SAP存在於反應性填料組成物時，其各基於A部分的總重量，A部分可包含SAP，其含量為1至60重量%、或5至35重量%、或10至35重量%，A部分組成物之其餘部分為一種或多種不同的填料及A部分之其他成分。

【0050】 複合熱管理片材可包含所屬領域已知之其他添加劑，例如加工助劑、抗氧化劑、抗臭氧劑、紫外線（UV）或熱穩定劑、染料、顏料、阻燃

劑（例如：有機含磷化合物）、阻燃增效劑（例如：氧化銻）或其之組合。可存在一種熱絕緣填料，以增加熱絕緣、熱吸收或熱變形之性質。示例性之熱絕緣填料包含陶瓷，如二氧化矽、滑石、碳酸鈣、黏土、雲母、蛭石等，或其之組合。在另一態樣中，可存在一種熱傳導填料以增加導熱性質，如氮化硼、氮化鋁等，或其之組合。可存在一種強化顆粒填料。示例性強化顆粒材料包含木質素、碳黑、滑石、雲母、二氧化矽、石英、金屬氧化物、玻璃微球(例如：漂珠、玻璃微球，例如：硼矽酸微球，或其之組合)、多面體寡聚矽倍半氧烷、取代多面體寡聚矽倍半氧烷，或其之組合。此等添加劑可與強化填料組成物同時加入。

【0051】 聚矽氧發泡成型組成物可在強化纖維的存在下發泡及固化，以提供纖維強化。該強化纖維可包含聚酯、氧化聚丙烯腈、碳、二氧化矽、聚芳醯胺、聚碳酸酯、聚烯烴、螺縈、尼龍、玻璃纖維（例如E玻璃纖維、S玻璃纖維、D玻璃纖維、L玻璃纖維、石英纖維，或其組合）、高密度聚烯烴、陶瓷、壓克力、含氟聚合物、聚胺酯、聚醯胺、聚醯亞胺，或其組合。強化纖維可為任何形式，例如：編織或非編織的氈或帶。氈或帶的厚度可為例如：0.005至10毫米、或0.05至8毫米、或0.25至6毫米、或0.5至10毫米、或0.25至10毫米、或0.5至10毫米、或1至10毫米、或1毫米至6毫米。可使用強化顆粒材料及強化纖維之組合。

【0052】 該複合熱管理片材之厚度可為0.5至30毫米、或0.5至20毫米、或0.5至15毫米、或0.5至10毫米、或0.5至8毫米、或1至6毫米、或1至5毫米、或1至4.5毫米、或1至4毫米、或1至3.5毫米、或1至3毫米、或1至2.5毫米。相較於競爭技術之阻燃片材，本發明揭露之複合熱管理片材可在具有更薄的厚度的同

時，提供均等或較佳之熱阻。在部分態樣中，例如：在形成隔熱層之位置，該複合熱管理層之厚度較佳為1.5至30毫米、或1.5至20毫米、或1.5至15毫米、或1.5至10毫米、或1.5至8毫米、或1.5至6毫米、或1.5至5毫米、或1.5至4.5毫米、或1.5至4毫米、或1.5至3.5毫米、或1.5至3毫米、或1.5至2.5毫米。較厚之複合熱管理片材可提供更大壓力之生成、變形及硼矽玻璃生成，從而改善熱延遲。在此態樣中，複合熱管理層之厚度較佳為1.5至30毫米、或1.5至20毫米、或1.5至15毫米、或1.5至10毫米、或1.5至8毫米、或1.5至6毫米、或2至30毫米、或2至20毫米、或2至15毫米、或2至10毫米、或2至8毫米、或2至6毫米、或3至0毫米、或3至8毫米、或3至6毫米。

【0053】 在此態樣中，複合熱管理片材之密度為每立方英尺5至65磅（磅/立方英尺）（1,041公斤/立方公尺）、或5至55 磅/立方英尺（881公斤/立方公尺）、或10至25 磅/立方英尺（400公斤/立方公尺）。於一態樣中，發泡材之密度為5至30 磅/立方英尺（80至481 公斤/立方公尺）。基於發泡材之總體積，複合熱管理片材之空隙體積含量可為5至99%，較佳為大於或等於30%。

【0054】 複合熱管理片材為有彈性的，在電池組使用壽命內，其於壓縮撓曲的多個循環中可保持其彈性行為，此等特性由發泡材壓縮撓曲應力及壓縮永久變形性反映出。具有良好耐壓縮永久變形性之發泡材可提供緩衝，並在負載時長時間保持其原始之形狀或厚度。於一態樣中，複合熱管理片材依據ASTM D3574-17在25%撓曲下測定，其各具有每平方英寸0.2至125磅（psi）（1至862千帕（kPa））、或0.25至20 psi（1.7至138 kPa）、或0.5至10 psi（3.4至68.905kPa）之壓縮撓曲應力。複合熱管理片材依據ASTM D 3574-95 Test D在70°C下測定，其具有壓縮率為0至15%、或0至10%、或0至5%；或5至65 lb/ft³

(80至1041 公斤/立方公尺)、或6至20 lb/ft³ (96至320 公斤/立方公尺)、或8至15 lb/ft³ (128至240 公斤/立方公尺) 的密度。

【0055】 於一態樣中，複合熱管理片材作為單層使用。單層複合熱管理片材可堆疊成複數個單層複合熱管理片材，然而，複合熱管理片材作為單層使用。其他層可與複合熱管理片材結合使用，例如：阻燃層、無孔彈性隔絕層、黏合層等，或其之組合。然而，複合熱管理片材之一優點為，單獨使用單層複合熱管理片材可在沒有其他層存在的情況下有效，即使厚度低至1至30毫米、或1至20毫米、或1至15毫米、或1至10毫米、或1至8毫米、或1至6毫米。

【0056】 若有使用阻燃層，該阻燃層可包含阻燃無機材料，例如：水鋁石、氫氧化鋁、氫氧化鎂、膨脹材料，或其之組合。膨脹材料可包含一酸源、發泡劑及碳源。各成分可以存在於不同層中或作為混合物存在，較佳為緊密混合物。例如：膨脹材料可包含酸源、發泡劑及碳源。例如：當溫度達到如200至280°C的值時，酸性物質（例如：多磷酸的酸性物質）可以與碳源（例如：新戊四醇）反應以形成炭。隨著溫度升高，例如：升高到280至350°C，發泡劑會分解產生氣態產物導致炭膨脹。

【0057】 酸源可包含例如：有機或無機磷化合物、有機或無機硫酸鹽（例如：硫酸銨）或其組合。該有機或無機磷化合物可包含：有機磷酸酯或有機磷酸酯（例如：三（2,3-二溴丙基）磷酸酯、三（2-氯乙基）磷酸酯、三（2,3-二氯丙基）磷酸酯、三（1-氯-3-溴異丙基）磷酸酯、雙（1-氯-3-溴異丙基）-1-氯-3-溴異丙基磷酸酯、聚胺基三嗪磷酸酯、三聚氰胺磷酸酯、磷酸三苯酯或磷酸甲脒基脲）；有機亞磷酸酯（例如：亞磷酸三甲酯或亞磷酸三苯酯）；磷腈（例如：六苯氧基環三磷腈）；含磷無機化合物（例如：磷酸、亞磷酸、

亞磷酸鹽、磷酸脲、磷酸銨（例如：磷酸一氫銨、磷酸二氫銨或多磷酸銨）；或其之組合。

【0058】 發泡劑可包含在溫度大於或等於120°C，例如：在120至200°C下或在130至200°C下，分解（例如：分解成更小的化合物，如胺或二氧化碳）的試劑。發泡劑可包含二氰二胺、偶氮二甲醯胺、三聚氰胺、胍、甘胺酸、尿素（例如：脲-甲醛樹脂或甲氧基化磷酸甲脒基脲）、鹵化有機材料（例如：氯化石蠟）或其之組合。

【0059】 膨脹材料可包含碳源。聚矽氧發泡層可用作碳源。碳源可包含糊精、酚甲醛樹脂、新戊四醇（例如：其二聚體或三聚體）、黏土、聚合物（例如：聚醯胺6、胺基-聚（咪唑啉-醯胺）或聚胺酯），或其之組合。胺基-聚（咪唑啉-醯胺）可包含重複的醯胺鍵聯及咪唑啉基團。

【0060】 膨脹材料可選擇性地進一步包含黏合劑。黏合劑可包含環氧樹脂、聚硫化物、聚矽氧烷、聚矽伸芳基或其組合。基於膨脹材料的總重量，黏合劑能以小於或等於50 重量%、或5至50 重量%、或35至45 重量%的量存在於膨脹材料中。基於膨脹材料的總重量，黏合劑能以5至95 重量%、或40至60 重量%的量存在於膨脹材料中。

【0061】 膨脹材料可選擇性地包含協同作用的化合物以進一步提升膨脹材料的阻燃性。協同作用的化合物可以包含硼化合物（例如：硼酸鋅、磷酸硼或氧化硼）、矽化合物、鋁矽酸鹽、金屬氧化物（例如：氧化鎂、氧化鐵或氧化鋁水合物（水鋁石））、金屬鹽（例如：有機磺酸的鹼金屬鹽或鹼土金屬鹽，或鹼土金屬碳酸鹽），或其之組合。較佳的協同作用的組合包含含磷化合物與至少一種前述化合物。

【0062】 阻燃層可進一步包含一成炭劑，較佳為木質素、水鋁石、黏土奈米複合材料、可膨脹石墨、新戊四醇、纖維素、奈米二氧化矽、多磷酸銨、木質磺酸鹽、三聚氰胺、三聚氰酸、硼酸鋅、碳鈣鎂礦、水菱鎂礦，或其之組合。不受理論所限，相似於膨脹材料，據信成炭劑可以使用兩種能量吸收機制以減少火焰蔓延，包含形成炭然後使炭膨脹。

【0063】 阻燃層可進一步包含一高分子黏合劑，例如：聚矽氧、聚胺酯、乙烯-乙酸乙烯酯、乙烯-甲基丙烯酸酯、乙烯-丁基丙烯酸酯，或其之組合。該阻燃層之厚度可為0.1至2毫米、0.5至1.5毫米、或0.8至1.1毫米。

【0064】 若使用無孔彈性隔絕層，該無孔彈性隔絕層包含一彈性體，其具有少於每日20 g-mm/m²之對水之滲透係數，或少於每日10 g-mm/m²之對水之滲透係數，少於每日5 g-mm/m²之對水之滲透係數，各在25°C及1大氣壓下測量；或依據ASTM 412在21°C下測量，於拉伸100%時之張應力為0.5至15百萬帕；或其之組合。該無孔彈性隔絕層之厚度可為0.25至1毫米或0.4至0.8毫米。

【0065】 該無孔彈性隔絕層可包含一疏水性彈性材料以防止水或水蒸氣滲透。例如，該彈性隔絕層可包含熱塑性彈性體（TPE），前提是其具有較佳的疏水性（無水或水蒸氣滲透）。TPE的種類包含苯乙烯系嵌段共聚物（TPS或TPE-s）、聚烯烴系彈性體（TPO或TPE-o）、熱塑性動態交聯彈性體（TPV或TPE-v）、熱塑性聚胺酯彈性體、熱塑性共聚酯（TPC或TPE-E）、熱塑性聚醯胺系彈性體（TPA或TPE-A），及其他。

【0066】 可使用之彈性材料的具體例子包含丙烯酸橡膠、丁基橡膠、鹵化丁基橡膠、共聚酯、表氯醇橡膠、乙烯-丙烯酸橡膠、乙烯-丁基丙烯酸橡膠、乙烯-二烯橡膠（EPR）例如乙烯-丙烯橡膠、乙烯-丙烯-二烯單體橡膠

(EPDM)、乙烯-乙酸乙烯酯、氟橡膠、全氟化橡膠、聚醯胺、聚丁二烯、聚氯平、聚烯烴橡膠、聚異戊二烯、聚硫橡膠、天然橡膠、腈橡膠、低密度聚乙烯、聚丙烯、熱塑性聚胺酯彈性體 (TPU)、聚矽氧橡膠、氟化聚矽氧橡膠、苯乙烯-丁二烯、苯乙烯-異戊二烯、乙烯基橡膠，或其之組合。於一態樣中，無孔彈性隔絕層包含乙烯-丙烯-二烯單體橡膠、聚氯平，或其之組合。

【0067】 黏著層可用於將複合熱管理片材黏附到另一個複合熱管理片材、另種類之層或電池單元陣列或電池組之一個部件上。所屬技術領域有各種已知的黏著劑可用於複合熱管理片材。可選擇使用黏著劑，以讓電池組在工作狀態下易於使用及具穩定性。各黏著層可以相同或不同，並且具有相同或不同的厚度。合適的黏著劑包含酚醛樹脂、環氧黏著劑、聚酯黏著劑、聚氟乙烯黏著劑、丙烯酸或甲基丙烯酸黏著劑或聚矽氧黏著劑，較佳為丙烯酸黏著劑或聚矽氧黏著劑。於一態樣中，黏著劑為聚矽氧黏著劑。可使用溶劑流鑄、熱熔及雙液型黏著劑。各黏著層各自的厚度可為0.00025至0.010英寸（0.006至0.25毫米）或0.0005至0.003英寸（0.01至0.08毫米）。

【0068】 當複合熱管理片材包含一黏著層時，複合熱管理片材可進一步包含一離型層。「離型層」是指任何包含離型塗層的單層或複合層，可選地由一層或多層包含離型襯墊的附加層支撐。各離型層的厚度可為5至150微米（ μm ）、10至125 μm 、20至100 μm 、40至85 μm 或50至75 μm 。

【0069】 複合熱管理片材設置在一個電化學電池單元上，以提供電池組之電池單元組件。該電池單元可為鋰離子電池單元，特別是方形電池單元、軟包裝電池單元，或圓柱形電池單元。圖2說明複合熱管理片材在電池單元之組件1002中定位之一態樣。圖3說明複合熱管理片材在電池單元之組件1003中定

位之另一態樣。圖2及圖3說明複合熱管理片材10可位於第一電池單元103及第二電池單元104之間。圖2說明複合熱管理片材10之尺寸可與電池單元103、104之高度及寬度大致相同。圖3說明複合熱管理片材10可小於各電池單元103、104。亦如圖3所示，複合熱管理片材10亦有可能延伸超過電化學電池單元103、104的邊緣。延伸超過電化學電池單元邊緣之複合熱管理片材可環繞並覆蓋電池單元的至少另一部分或全部表面。

【0070】 圖4說明多電池單元之組件1004可包含兩個以上之電池單元103、104，複合熱管理片材10位於分別的電池單元103、104之間。此等電池可為鋰離子電池單元，特別是軟包裝電池單元。圖4說明一電池組之組件1004可包含兩個以上的電池單元（例如：103、104），複合熱管理片材10位於分別的電池103、104及各其他電池單元之間。在一態樣中，在製造電池組之組件1004時，可將二至十個複合熱管理片材設置在電池上或電池陣列中。例如：二至十個複合熱管理片材可設置於內部，例如面向電極，或於外部，面向電池組之外。二至十個防燃複合熱管理片材可設置於軟包裝電池單元之上或黏附於軟包裝電池單元，或兩者。且根據電池單元及電池單元陣列之數量，可存在一個或十個以上之複合熱管理片材。圖4進一步說明複合熱管理片材10a設置於電池組之組件1004的外部，面向電池組之外。

【0071】 在一態樣中，複合熱管理片材之暴露之外邊緣之至少一部分可包含一種材料88，其將熱量從該複合熱管理片材之主體上帶走。應用於複合熱管理片材之暴露邊緣的示例性材料包含陶瓷，例如：氮化硼或氮化鋁、金屬，例如：鋁，高熱容量的蠟、相變材料等，或其之組合。

【0072】 用於電池組中之電池單元。一個電池組包含一個外殼，該外殼

至少部分地包圍著一或多個電化學電池單元或電池單元陣列。該外殼可為任何類型，例如：聚合物或軟包裝電池單元之軟包裝。複合熱管理片材可為設置或直接設置於電池組中任何配置之電池單元或電池陣列上。複合熱管理片材可為設置於電池組中的單個電池單元或電池單元陣列之間。複合熱管理片材可為設置於電池組中的電池單元或電池單元陣列之側面之上方、中間、下方、相鄰或其之組合上、其一部分或電池組中一組指定之電池單元或電池單元陣列之上。複合熱管理片材可放置或黏附在多個軟包裝電池單元、壓力管理墊、冷卻板或其他電池組內部組件。電池組的組裝壓力可將堆疊之組件固定於原位。

【0073】 例如：如圖5所示，電池組2001可在外殼800內包含在多個電池單元陣列700中的多個電池單元。複合熱管理片材10可放置在兩個電池單元陣列700之間。進一步如圖12所示，複合熱管理片材10可沿著電池單元陣列的多個電池單元，設置於外殼800之一側及電池陣列700之一側之間。亦如圖12所示，隔熱複合熱管理片材10可設置於外殼800之一端及一個或多個電池單元陣列700之一端之間。

【0074】 若使用一個以上之複合熱管理片材或其他層，則該片材及層可藉由所屬技術領域中已知之方法進行組裝。該片材及層可以組裝在電池單元表面或電池組的其他組件上（例如：電池盒壁）。於一態樣中，該片材及層各別組裝，接著放置或黏附到電池單元、電池組之組件或兩者。各片材或層均可各別製造，接著按所需的順序堆疊（放置或黏附，例如使用一個或多個黏著層）。或者，一個或多個單獨的層可以在另一個單獨的層上製造，例如透過使用熱及壓力進行塗覆、鑄造或層壓。例如，於一態樣中，阻燃層及黏著層可直接鑄造到複合熱管理片材上。直接塗覆或鑄造可透過移除黏著層來降低厚度並

提高阻燃性。

【0075】 本發明揭露內容將由以下提供的實施例說明。實施例僅為說明，並不旨在以其中闡述的材料、條件或製程參數限制根據本發明揭露內容所製造的裝置。

〔實施例〕

【0076】 表1中所列之材料用於實施例中。

表1

成分	描述	商名	製造商
乙烯基-聚二甲基聚矽氧烷 (Vinyl-PDMS)	乙烯基末端聚二甲基矽氧烷；25°C時之黏度為 100000 mm ² /秒；25°C時之比重為 0.973；閃點>300°C（閉杯）；冰點為-45°C；表面張力為 21.1 mN/m；200°C時之蒸汽壓力為 1.33 帕斯卡	FLD V100000	Elkem Silicones
聚矽氧氫化物	聚矽氧氫化物；25°C時之黏度為 25 mm ² /秒；25°C時比重為 1.0；有效成分（%）100；閃點（閉杯）：110°C；稀釋劑：脂肪族或芳香族碳氫化合物；酯類、酮類、SiH 含量：44.5%	WR-68	Elkem Silicones
催化劑	Karstead 之鉑金催化劑，1,3-二乙烯基-1,1,3,3-四甲基二矽氧烷鉑金（0）在聚矽氧烷中。10%之 Pt ⁰	PT56710C	優美科貴金屬化學有限責任公司（Umicore Precious Metals Chemistry, LLC）
抑制劑	MVT 抑制劑；甲基乙基環狀抑制劑（（Me-4-Vi-CYC））。	FLD 50842	Elkem Silicones
ATH	三水合鋁；1至5微米（μm）之顆粒尺寸	Micral 855	J.M. Huber 公司
硼砂 1 (Borax1)	五水合四硼酸鈉；CAS # [12179-04-3] Na ₂ B ₄ O ₇ ·5 H ₂ O	Borax	MiniScience 股份有限公司
硼砂 2 (Borax2)	硼酸鈉；亦稱為五水合硼砂或「5 莫耳硼砂」	ETiBOR-48	ETIMINE USA 股份有限公司
SAP	超吸水性聚合物，聚丙烯酸鈉；平均粒徑分佈：0至45 μm；吸收能力（g/g 去離子水）：>320；溼度（%）：<10	X-S025R	Zappa Stewart

矽酸鈉	水合物， $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ，重量比 $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ ：3.22、19.2% Na_2O 、 61.8% SiO_2 、18.5% H_2O ；密度為 0.70 g/cm^3 ；特徵：白色細粉末；CAS# 1344-09-8	矽酸鈉， 低鹼性	MiniScience 股份有限 公司
硼酸鋅	$2\text{ZnO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 3.5\text{H}_2\text{O}$ （水合硼酸鋅 （2335）、十二硼、四鋅二十二氧化 物、七水）；濕度（%）： <1.2 ；S.G: 2.77；溶解度（水）：在 25°C 時為 $<0.28\%$ ；MW：434.7 g/mol；熱穩定 性：穩定到 290°C ；pH 值在 20°C 時 為 6.8 至 7.5（水溶液）；顆粒尺寸： 7 微米，折射率：1.58；結晶水， H_2O ：14.50%、氧化硼：48.05%、氧 化鋅：37.45%，無水當量：85.50%， CAS：138265-88-0	Firebrake ZB	U.S. Borax 股份有限 公司

樣品製備

【0077】 實施例1至6之樣品是藉由具有表2所示的A部分及B部分之兩部分配方，並使用苯甲醇作為發泡劑而製備得之。填料包含於A部分中。接著將A部分及B部分混合，並鑄造在兩層離型層之間。在發泡及固化鑄造混合物後，調整鑄造量以達到所需厚度。發泡及固化是在 70°C 下進行的，並持續10分鐘。將實施例1至6的複合熱管理片材在 94°C 下固化12小時，並切割成適當的尺寸。接著，按下文所述，測試複合熱管理片材。

熱試驗

【0078】 在熱散逸模擬實驗中測定各樣品之熱性能。圖6說明用於熱試驗之裝置5000。一複合熱管理片材10直接設置於熱板960上並設定溫度至 550°C 。比較實施例1之pyrogel表面放置於熱板上。一12.7 mm的雲母板電池單元類似物970放置於該複合熱管理片材10之上表面。一熱電偶感測器980插入於雲母板電

池單元類似物970之一穿孔以將該熱電偶感測器980設置於該複合熱管理片材10的上表面。

比較實施例1

【0079】 測試一個包含未填充之聚胺酯發泡層及pyrogel隔熱層之比較實施例。使用多用途聚矽氧黏著劑該兩層相黏。

實施例1至6

【0080】 實施例1至6為使用表2中所示成分製備而成。其用量以各面之重量份表示，其中乙烯基末端聚矽氧及反應性填料組成物共100重量份。B部分僅含有聚矽氧氫化物。A部分及B部分以A：B=20：1之重量比混合（20份A部分對1份B部分）。

【0081】 表2亦顯示測試前各固化樣品之厚度，無論其是否在原本的位置形成隔熱層，及測試時隔熱層是否發生變形。

【0082】 表2

成分	實施例 1	實施例 2	實施例 3	實施例 4	實施例 5	實施例 6
A 部分						
Vinyl-PDMS	50	50	50	50	50	50
催化劑	0.0085	0.0085	0.0085	0.0085	0.0085	0.0085
抑制劑	0.0795	0.0795	0.0795	0.0595	0.098	0.098
苯甲醇	0.31	0.31	0.31	0.15	0.31	0.31
硼砂 1	25	25			30	
硼酸鋅	25	25	30			20
ATH			20	30		10
SAP				20		
矽酸鈉					20	20
性質						
厚度，毫米	5	1	3.2	3.2	2.79	2.5
隔絕層	是	是	是	是	是	是

變形	是	是	否	否	否	否
----	---	---	---	---	---	---

【0083】 如圖7所示，含有硼砂及硼酸鋅組合之反應性填料（實施例1及2）提供具有變形（彎曲）表面之隔熱層11。儘管測試設備上之電池單元類似物970對片材施加一向下的力，但仍形成彎曲表面。該力類似於一電池組墊可能施加之力。由於片材之變形即使在電池單元類似物970施加一向下的力下亦會發生，而形成之隔熱層抬起電池單元類似物970，該隔熱層可有效地推回膨脹之電池單元，及藉由創造氣穴延遲對流熱傳遞。其亦減少接觸點之表面積，因此亦會延遲傳導熱傳遞。

【0084】 圖8顯示由包含實施例1及2之硼砂及硼酸鋅之反應性填料組成物形成之隔熱層的另一視圖。隔熱層是連續及彈性的。該隔熱層明顯與先前技術之組成物形成之可能為不連續及非彈性的（易碎的）隔絕層不同，例如：類似於木炭。

【0085】 圖9顯示由熱電偶感測器對各樣品歷時感測到的溫度上升。有利地，所有的樣品均表現熱阻性質。含有硼砂及硼酸鋅組合之反應性填料組成物（實施例1及2）提供比實施例3至6更佳之熱性能。

【0086】 實施例1及2具有相同組成物，但實施例1較厚之片材相較實施例2較薄之片材為相對面提供更好的熱保護。10分鐘後，實施例1所測量到之溫度低於比較實施例1及2至6測量的溫度。對於電動交通工具電池組應用而言，能以達到150°C的時間決定技術可行性，其理想是越長越好，例如至少10分鐘。儘管是在延長暴露的20分鐘後，實施例1中複合熱管理片材的相對面僅為140°C，而並未達到150°C。

【0087】 不受理論所限，據信實施例1產生的優異結果是由於不同機制協

同運作。首先，據信熱量因硼砂及硼酸鋅之熱容量而被吸收。硼砂中的水被釋放出，進一步將熱量吸收。水蒸氣的產生可藉由彈性多孔層以提供更多熱對流，遠離熱源。然而，增加暴露於熱源的情況下，會導致隔熱層之形成，阻止水蒸氣及熱氣體之熱對流，從而提供其於高溫時具有較佳之耐熱性。隔熱層的形成可進一步減少或防止熱傳導。在實施例1及2中顯示變形之隔熱層形成的情況下，可減少額外的熱傳導。

穿刺試驗

【0088】 進行穿刺試驗。圖10A及圖10B分別是用於穿刺試驗之第一設備7000之示意展開視圖及非展開視圖，包含鋁製端板910、920（具有185毫米×90毫米×15.2毫米之尺寸）、聚四氟乙烯絕緣膜930、940（具有185毫米×90毫米×1毫米之尺寸）、軟包裝電池單元201、202及測試樣品950（例如：複合熱管理片材）。表3中提供電池單元201、202之特徵。電池單元201被一8毫米的針刺穿，以10毫米/秒的壓痕速度插入，以啟動散逸。電池單元201、202是電絕緣的。多個熱電偶測量溫度剖面圖。位置V1在被穿刺的（例如，失敗的）電池單元201及測試樣品950之間，位置V2在測試樣品950及相鄰電池單元202之間。亦測量電壓。

【0089】 表3

電池單元資訊	Hi Power 聚合物鋰離子（鎳錳鈷（NMC）軟包裝）
容量	80 安培-小時(Ah)
	296 瓦特-小時(Wh)
電壓	3.7 伏特 (V) (標準); 4.2 V (充電)
能量密度	250.8 Wh/kilogram (公斤)
尺寸(高 x 寬 x 長)	337 毫米 x 146 毫米 x 12 毫米
重量	1.18 公斤

比較實施例2

【0090】 測試一包含無發泡層之比較實施例。

比較實施例3

【0091】 測試一包含未填充之聚胺酯發泡層之比較實施例。

實施例7及8

【0092】 實施例7及8為使用表4中所示成分製備而成。A部分及B部分以 A : B=20 : 1之重量比混合（20份A部分對1份B部分）。

【0093】 表4

成分	實施例 7	實施例 8
A 部分		
Vinyl-PDMS	0.498 磅(lbs) (225.9 g)	0.498 lbs (225.9 g)
催化劑	0.0384 g	0.0384 g
抑制劑	0.3592 g	0.3592 g
苯甲醇	0.003 lbs (1.4 g)	0.003 lbs (1.4 g)
硼酸鋅	0.299 lbs (135.5 g)	0.249 lbs (112.9 g)
ATH	0.199 lbs (90.4 g)	
硼砂 2		0.249 lbs (112.9 g)
B 部分		
矽酸鈉	0.4 lbs (181.4 g)	0.4 lbs (181.4 g)
Vinyl-PDMS	0.6 lbs (272.2 g)	0.6 lbs (272.2 g)

【0094】 表5及表6、圖11及圖12中提供比較實施例2及實施例7之穿刺試驗結果。圖11是溫度（°C）與時間（分鐘）的關係圖，顯示比較實施例3及實施例7之穿刺試驗結果。如圖11所示，實施例7能在試驗中阻止熱散逸。圖12是電壓（V）與時間（分）的關係圖，顯示比較實施例2及3及實施例7在不同厚度下穿刺試驗之結果。圖12之結果包含比較實施例12的18秒延遲，比較實施例2的31秒延遲，實施例7在厚度為2毫米時的102秒延遲，及實施例7在厚度為3毫米時無散逸。

【0095】 表5

樣品	厚度(毫米)	溫度最大值(°C)	基於伏特之延遲(秒)	影片中熱散逸之結果
比較實施例 2	-	穿刺之電池單元：1024.1 相臨之電池單元：1014	18	穿刺之電池單元：11:31:56 起火 相臨之電池單元：11:32:14 起火 無發泡材之相鄰之電池單元 在 18 秒後起火
實施例 7	3.126	穿刺之電池單元：708.8 相臨之電池單元：737.9	無限的	穿刺之電池單元：15:23:08 起火 相臨之電池單元：無起火

【0096】 表6

	質量減損(%)	短路延遲(秒)
實施例 7	10.3	無限的
比較實施例 3	91.4	21

UL94 500 W (125毫米)垂直燃燒試驗

【0097】 根據UL94第6.2節條件，20個各種材料類型於70±2°C下進行168±2小時之條件處理。所有樣品均按照UL 94第9.5節安排及試驗。表7提供垂直燃燒材料之分類需求，表8提供試驗結果。

【0098】 表7

標準	94.55VA	94.5VB
各個別的試樣棒材之餘燃時間加上第五次燃燒應用後之餘灼時間	≤60 秒	≤60 秒
被任何試樣棒材之燃燒顆粒或液滴點燃之棉花指示器	否	否
任何試樣片狀之燒穿（孔）之情況	否	是

【0099】 表8

	樣品編號	餘燃時間及餘灼時間(秒)	棉花指示器是否被點燃?	燒穿
實施例 7 1.5 毫米	1	5	否	否
	2	9	否	否
	3	18	否	否
	4	52	否	否
	5	14	否	否
結果				94-5VA
實施例 7 3 毫米	1	DNI [†]	否	否
	2	DNI	否	否
	3	DNI	否	否
	4	DNI	否	否
	5	DNI	否	否
結果				94-5VA
實施例 8 1.5 毫米 第 1 組	1	95	否	否
	2	114	否	否
	3	101	否	否
	4	97	否	否
	5	104	否	否
結果				失敗
實施例 8 1.5 毫米 第 2 組	1	88	否	否
	2	75	否	否
	3	49	否	否
	4	112	否	否
	5	53	否	否
結果				失敗
實施例 8 3 毫米 第 1 組	1	189	否	否
	2	94	否	否
	3	DNI	否	否
	4	15	否	否

	5	47	否	否
結果				失敗
實施例 8 3 毫米 第 2 組	1	DNI	否	否
	2	5	否	否
	3	DNI	否	否
	4	52	否	否
	5	DNI	否	否
結果				95-5VA

†沒有被點燃 (DNI)

【0100】 圖13及表9中提供比較實施例3之微熱量測試結果，圖14及表10中提供實施例7之微熱量測試結果，圖15及表11中提供實施例8之微熱量測試結果。圖13、圖14及圖15具有不同之X及Y軸刻度。

【0101】 表9

比較實施例 3	熱釋放量 (HRC) (焦耳/克-克爾文 (J/g-K))	峰值熱釋放率 (HRR) (瓦特/克 (W/g))	總熱釋放 (HR) (千焦 耳/克 (kJ/g))
樣品 1	338	275	17.5
樣品 2	330	263	17.1
樣品 3	303	213	13.2
樣品 4	305	239	14.8
平均	319 ± 15	248 ± 24	15.7 ± 1.8

【0102】 表10

實施例 7	熱釋放量 (J/g-K)	峰值熱釋放率 (W/g)	總熱釋放 (kJ/g)
樣品 1	63.7	27.4	7.3
樣品 2	66.5	28.2	7.7
樣品 3	66.1	28.4	7.8
平均	65.4 ± 1.4	28.0 ± 0.4	7.6 ± 0.2

【0103】 表11

實施例 8	熱釋放量 (J/g-K)	峰值熱釋放率 (W/g)	總熱釋放 (kJ/g)
樣品 1	83.4	36.9	7.8
樣品 2	75.2	30.1	6.2
樣品 3	90.6	42.6	8.8
平均	83.1 ± 6.3	36.5 ± 5	7.6 ± 1

【0104】 圖16A及圖16B分別是用於穿刺試驗之第二台設備8000的示意展開視圖及非展開視圖，其包含鋁制端板911、921、聚四氟乙烯絕緣膜931、941、12 Ah軟包裝電池單元203、204、205及測試樣品951、952（例如：複合熱管理片材）。電池單元204被針刺穿以啟動散逸。電池單元203、204、205被電絕緣。如圖16A所示，多個熱電偶在V3、V4、V5、TC1、TC2、TC8之位置測量溫度曲線圖。

【0105】 表10及圖17中提供比較實施例3的穿刺試驗之結果，表11及圖18及19中提供實施例7的穿刺試驗之結果，表12及圖20中提供實施例8的穿刺試驗之結果。圖17、圖18及圖20中各自溫度（ $^{\circ}\text{C}$ ）與時間（秒）的關係圖。圖19是實施例7在進行穿刺試驗後之照片，如圖所示，它仍然所需保持著其彈性。

【0106】 表10

比較實施例 3	原始質量 (公克 (g))	最終質量 (g)	是否防止短 路？	短路延遲 (秒)
樣品 1	7.3	1 至 1.5 克 (無法精 確測量)	否	58
樣品 2	7.6	1 至 1.5 克 (無法精 確測量)	否	52

【0107】 表11

實施例 7	原始質量 (g)	最終質量 (g)	是否防止短 路？	短路延遲 (秒)
樣品 1	34.8	30.2	是	無限
樣品 2	34.4	29.9	是	無限

【0108】 表12

實施例 8	原始質量 (g)	最終質量 (g)	是否防止短 路？	短路延遲 (秒)
樣品 1	24.2	21.7	是	無限
樣品 2	25.8	23.6	是	無限

【0109】 以下為本發明揭露之非限制性態樣。

【0110】 態樣1：一種用於電池組之複合熱管理片材，該複合熱管理片材包含：一聚矽氧發泡層；一設置於該聚矽氧發泡層內之反應性填料組成物，其中，該反應性填料組成物包含一第一填料在初始受熱時分解產生水；及一第二填料，其與該第一填料不同，其中該第二填料與該第一填料之分解產物形成一個隔熱層，或吸收水，或兩者。

【0111】 態樣2：如態樣1所述之複合熱管理片材，其中，該隔熱層包含一硼矽酸鹽玻璃層，較佳為具有彎曲表面之硼矽酸鹽玻璃層。

【0112】 態樣3：如態樣2所述之複合熱管理片材，其中，該硼矽酸鹽玻璃包含從聚矽氧發泡層分解所得到的矽。

【0113】 態樣4：如任一前述態樣所述之複合熱管理片材，其中，該第一填料及第二填料為三水合鋁、硝酸銨、硼砂、水合矽酸鈉、氫氧化鎂、五水合鹼式碳酸鎂、八水合磷酸鎂、硼酸鋅、超吸水性聚合物，或水玻璃中之至少其二。

【0114】 態樣5：如態樣4所述之複合熱管理片材，其中，該第一填料包含三水合鋁、水合矽酸鈉、五水合鹼式碳酸鎂、八水合磷酸鎂、超吸水性聚合物、水玻璃，或其之組合。

【0115】 態樣6：如態樣4或5所述之複合熱管理片材，其中，該第二填料包含硝酸銨、硼砂、水合矽酸鈉、氫氧化鎂、五水合鹼式碳酸鎂、八水合磷酸鎂、硼酸鋅、超吸水性聚合物，或其之組合。

【0116】 態樣7：如態樣4所述之複合熱管理片材，其中，該反應性填料組成物包含三水合鋁及硼酸鋅。

【0117】 態樣8：如態樣4所述之複合熱管理片材，其中，該反應性填料

組成物包含硼砂及水合矽酸鈉。

【0118】 態樣9：如態樣4所述之複合熱管理片材，其中，該反應性填料組成物包含三水合鋁、硼酸鋅及水合矽酸鈉。

【0119】 態樣10：如態樣4所述之複合熱管理片材，其中，該反應性填料組成物包含硼砂及硼酸鋅。

【0120】 態樣11：如態樣4所述之複合熱管理片材，其中，該反應性填料組成物包含硼砂、硼酸鋅及三水合鋁。

【0121】 態樣12：如態樣4至11中任一態樣所述之複合熱管理片材，其中，該反應性填料組成物進一步包含超吸水性聚合物、水玻璃，或兩者。

【0122】 態樣13：如態樣12所述之複合熱管理片材，其中，該反應性填料組成物包含三水合鋁、水合矽酸鈉、五水合鹼式碳酸鎂、八水合磷酸鎂，或其之組合；及超吸水性聚合物，較佳為聚（丙烯酸鈉）。

【0123】 態樣14：如任一前述態樣所述之複合熱管理片材，該複合熱管理片材具有1至30毫米、或1至20毫米、或1至15毫米、或1至10毫米、或1至8毫米、或1.5至8毫米、或1.5至6毫米、或2.5至6毫米之厚度。

【0124】 態樣15：如任一前述態樣所述之複合熱管理片材，該複合熱管理片材之密度為每立方英尺5至65磅（80至1041公斤/立方公尺）、或每立方英尺6至20磅（96至320公斤/立方公尺）、或每立方英尺8至15磅（128至240公斤/立方公尺）；依據ASTM D3574-17在25 %撓曲下測量時之壓縮撓曲應力各為每平方英寸0.2至125磅（1至862千帕）、或每平方英寸0.25至20磅（1.7至138千帕）、或每平方英寸0.5至10磅（3.4至68.905千帕）；依據ASTM D 3574-95 Test D在70°C下測定，壓縮率為0至15%、或0至10%、或0至5%；或其之組合。

【0125】 態樣16：一種電池組之組件，其包含前述任一態樣所述之複合熱管理片材，該複合熱管理片材設置於一電化學電池單元之表面上，較佳為鋰離子電化學電池單元。

【0126】 態樣17：如態樣16所述之電池組之組件，其中，該電化學電池單元包含一方形電池單元、軟包裝電池單元，或圓柱形電池單元。

【0127】 態樣18：如態樣16或17任一態樣所述之電池組之組件，其中，該電池組之組件包含至少兩個電化學電池單元。

【0128】 態樣19：一種電池組，其包含態樣16至18任一態樣所述之電池組之組件，及一個至少部分包圍電池組之組件之外殼。

【0129】 組成物、方法及製品可替代性地包含本文所揭露的任何適宜的材料、步驟或成分，或是由其組成或主要組成。該組成物、方法及製品可以額外地或替代性地被配製，以便避免或實質上免除任何反之對實現該組成物、方法、及製品之功能或目的而言非必要的材料（種類）、步驟或成分。

【0130】 用語「一」並不表示對數量的限制，而是表示至少有一個引用項目存在。除非文中另有明確說明，否則用語「或」表示「及/或」。本說明書引用之「一態樣」及「另一態樣」等，係表示被描述與該態樣關聯的特定元件（例如：特徵、結構、步驟、或特性），被包含於本文所述的至少一個態樣中，且可能存在或可能不存在於其他態樣中。另外，應理解所述之元件可在各種態樣中以任何適當的方式結合。

【0131】 當例如層、薄膜、區域或基質的元件被指出在另一個元件「上」時，其可直接在該另一個元件上，或亦可存在中間元件。相反地，當一個元件被指出「直接在」另一個元件「上」時，則不存在中間元件。

【0132】 除非本文另有說明，所有測試標準都是於本發明申請日時有效的最新標準，或者，如果主張優先權，則為該測試標準出現之該發明最早優先權的申請日時有效的最新標準。

【0133】 涉及相同成分或特性的所有範圍的端點皆包含該端點，可獨立組合，並且包含所有中間點及範圍。例如，範圍「至多25 重量%，或5至20 重量%」即包含該端點及「5至25 重量%」範圍內的所有中間值，像是10至23 重量%等。用語「第一」、「第二」等，及「主要」、「次要」等，如本文所用，並不代表任何順序、數量或重要性，而是用於區分一個元件與另一個元件。用語「前述的組合」為開放性的，且表示該列表包含各別所有元件，以及列表中二至多個元件的組合，及列表中至少一個元件與未指名之類似元件的組合。同樣地，用語「組合」包含摻合物、混合物、合金及反應物等。

【0134】 除非另有定義，本文所用之技術及科學用語具有與本發明所屬技術領域中具有通常知識者所普遍理解之相同含義。

【0135】 所有引用的專利、專利申請案及其他參考文獻皆全文以引用之方式併入本文中。然而，若本發明中的用語與併入本文之參考文獻中的用語相互矛盾或衝突，則本發明的用語優於所併入參考文獻的衝突用語。

【0136】 於圖式中，為了本說明書的明確性及解釋的方便性，可誇大層及區域的寬度與厚度。圖中相同的元件符號即表示相同的元件。

【0137】 本文參照理想實施方式的橫切面示意圖描述示例性的實施方式。因此，像是製造技術及/或公差等原因造成圖式形狀的差異是可以預期的。故如本文描述之實施方式不應被解釋為限制本文圖式所示區域的特定形狀，而是包含例如由製造導致的形狀偏差。舉例而言，被圖示或描述為平坦的區域可

通常具有粗糙及/或非線性特徵。此外，圖示的尖角可為弧形的。因此，於圖式中所示的區域本質上為示意性的，其形狀不旨在說明一區域的精準形狀，亦不旨在限制本發明申請專利範圍。

【0138】 雖然已描述特定態樣，然而申請人或其他所屬技術領域具有通常知識者會想到目前未預見或可能未預見的替代、修改、變更、改進及實質均等的形式。因此，於申請時提交且可能被修改的隨附申請專利範圍旨在涵蓋所有如替代、修改、變更、改進及實質均等的形式。

【0139】 本發明主張於2021年3月9日提出申請的美國專利申請案第63/158,675號之優先權。該相關申請案之全文以引用方式併入本文中。

【符號說明】

【0140】

10:複合熱管理片材

10a: 複合熱管理片材

11:隔熱層

12:彈性聚矽氧發泡層

14:第一外表面

16:相對第二外表面

18:孔隙

20:彈性發泡材料之內表面

22:填料

24:填料

- 88:將熱量從該複合熱管理片材之主體上帶走之材料
- 103:電池單元
- 104:電池單元
- 201:軟包裝電池單元
- 202:軟包裝電池單元
- 203:軟包裝電池單元
- 204:軟包裝電池單元
- 205:軟包裝電池單元
- 700:電池單元陣列
- 800:外殼
- 910:端板
- 911:端板
- 920:端板
- 921:端板
- 930:絕緣膜
- 940:絕緣膜
- 941:絕緣膜
- 950:樣品
- 951:樣品
- 960:熱板
- 970:電池單元類似物
- 980:熱電偶感測器

1002:電池單元之組件

1003:電池單元之組件

1004:多電池單元之組件

2001:電池組

5000:熱試驗之裝置

7000:用於穿刺試驗之第一設備

8000:用於穿刺試驗之第二設備

V1:位置

V2:位置

V3:位置

V4:位置

V5:位置

TC1:位置

TC2:位置

TC8:位置

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種用於電池組的複合熱管理片材，其特徵係包含：

聚矽氧發泡層；及

設置於該聚矽氧發泡層內之反應性填料組成物，其中，該反應性填料組成物包含：

第一填料在初始受熱時分解產生水；及

第二填料，其與該第一填料不同，其中該第二填料與該第一填料之分解產物形成一個隔熱層，或吸收水，或兩者。

【請求項2】如請求項1所述之複合熱管理片材，其中，該隔熱層包含一硼矽酸鹽玻璃層。

【請求項3】如請求項2所述之複合熱管理片材，其中，該硼矽酸鹽玻璃包含從聚矽氧發泡層分解所得到的矽。

【請求項4】如請求項1所述之複合熱管理片材，其中，該第一填料及該第二填料為三水合鋁、硝酸銨、硼砂、水合矽酸鈉、氫氧化鎂、五水合鹼式碳酸鎂、八水合磷酸鎂、硼酸鋅、超吸水性聚合物，或水玻璃中之至少其二。

【請求項5】如請求項4所述之複合熱管理片材，其中，該第一填料包含三水合鋁、水合矽酸鈉、五水合鹼式碳酸鎂、八水合磷酸鎂、超吸水性聚合物、水玻璃，或其之組合。

【請求項6】如請求項4所述之複合熱管理片材，其中，該第二填料包含硝酸銨、硼砂、水合矽酸鈉、氫氧化鎂、五水合鹼式碳酸鎂、八水合磷酸鎂、硼酸鋅、超吸水性聚合物，或其之組合。

【請求項7】如請求項4所述之複合熱管理片材，其中，該反應性填料組成物包

含三水合鋁及硼酸鋅。

【請求項8】如請求項4所述之複合熱管理片材，其中，該反應性填料組成物包含硼砂及水合矽酸鈉。

【請求項9】如請求項4所述之複合熱管理片材，其中，該反應性填料組成物包含三水合鋁、硼酸鋅及水合矽酸鈉。

【請求項10】如請求項4所述之複合熱管理片材，其中，該反應性填料組成物包含硼砂及硼酸鋅。

【請求項11】如請求項4所述之複合熱管理片材，其中，該反應性填料組成物包含硼砂、硼酸鋅及三水合鋁。

【請求項12】如請求項4所述之複合熱管理片材，其中，該反應性填料組成物進一步包含超吸水性聚合物、水玻璃，或兩者。

【請求項13】如請求項12所述之複合熱管理片材，其中，該反應性填料組成物包含三水合鋁、水合矽酸鈉、五水合鹼式碳酸鎂、八水合磷酸鎂，或其組合；
及
超吸水性聚合物。

【請求項14】如請求項1所述之複合熱管理片材，其中，該複合熱管理片材之厚度為1至30毫米。

【請求項15】如請求項1所述之複合熱管理片材，其中，該複合熱管理片材具有：

每立方英尺 80 至 1041 公斤的密度；

依據 ASTM D3574-17 在 25 %撓曲下測量時之壓縮撓曲應力為 1 至 862 千帕；

依據 ASTM D 3574-95 Test D 在 70°C 下測定，壓縮率為 0 至 15%；或

其組合。

【請求項16】一種電池組之組件，其特徵係包含：

如請求項1所述之複合熱管理片材，該複合熱管理片材設置於電化學電池單元之表面上。

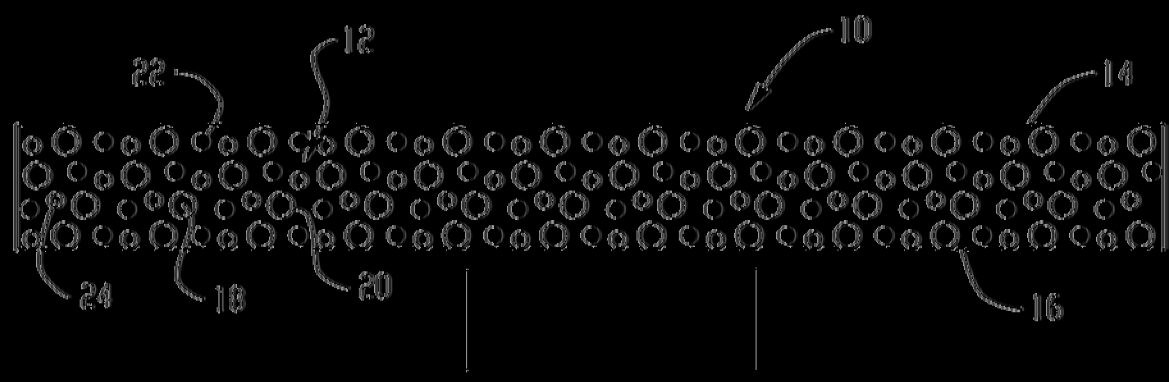
【請求項17】如請求項16所述之電池組之組件，其中，該電化學電池單元包含方形電池單元、軟包裝電池單元，或圓柱形電池單元。

【請求項18】如請求項16所述之電池組之組件，其中，該電池組之組件包含至少兩個電化學電池單元。

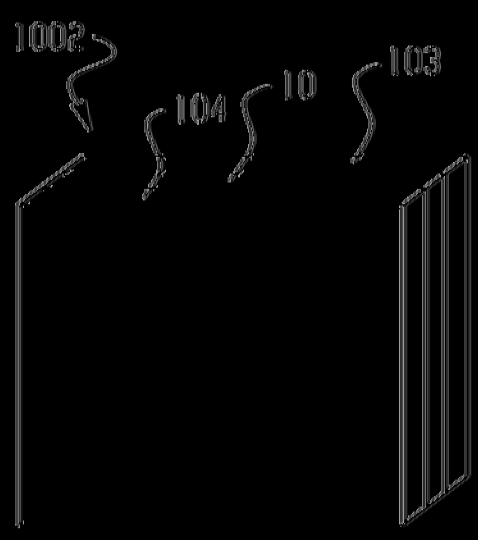
【請求項19】一種電池組，其特徵係包含：

如請求項 16 至 18 任一項所述之電池組之組件；及
一個至少部分包圍電池組之組件之外殼。

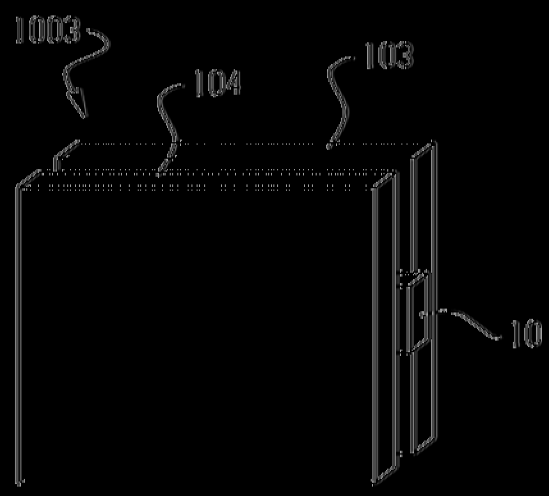
|(發明圖式)|



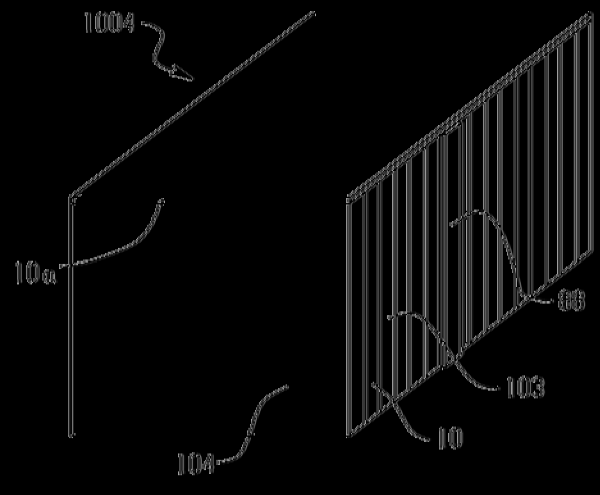
|(圖 1)|



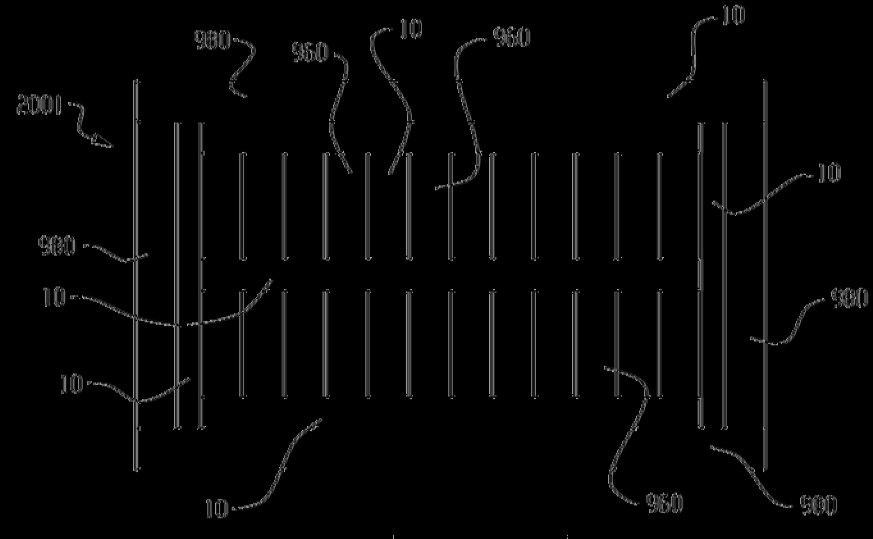
|(圖 2)|



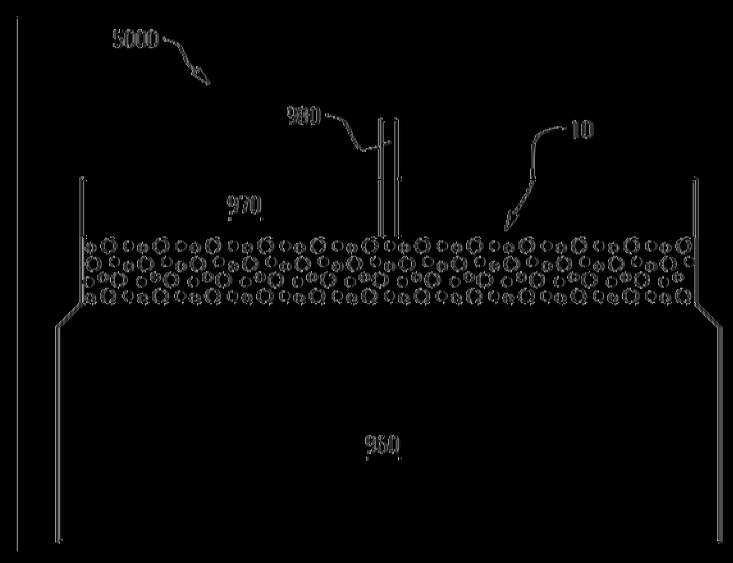
|(圖 3)|



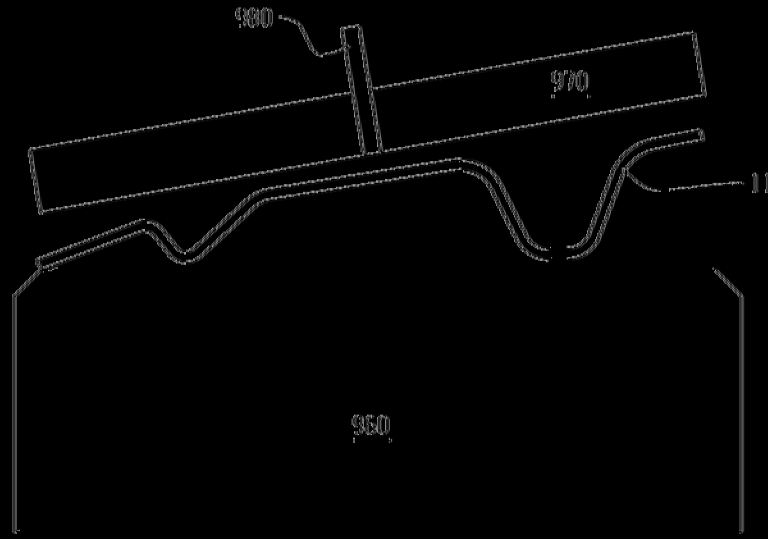
(圖4)



(圖5)



(圖6)

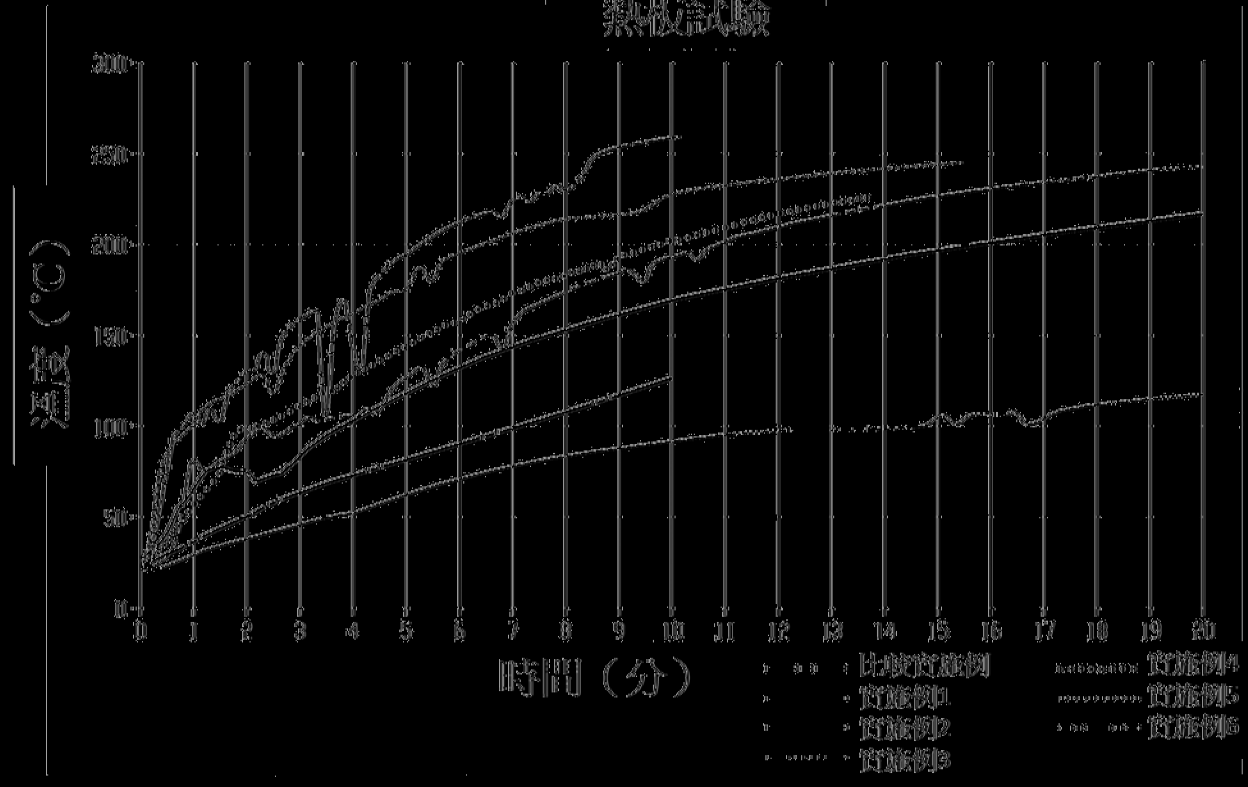


[(同)7]

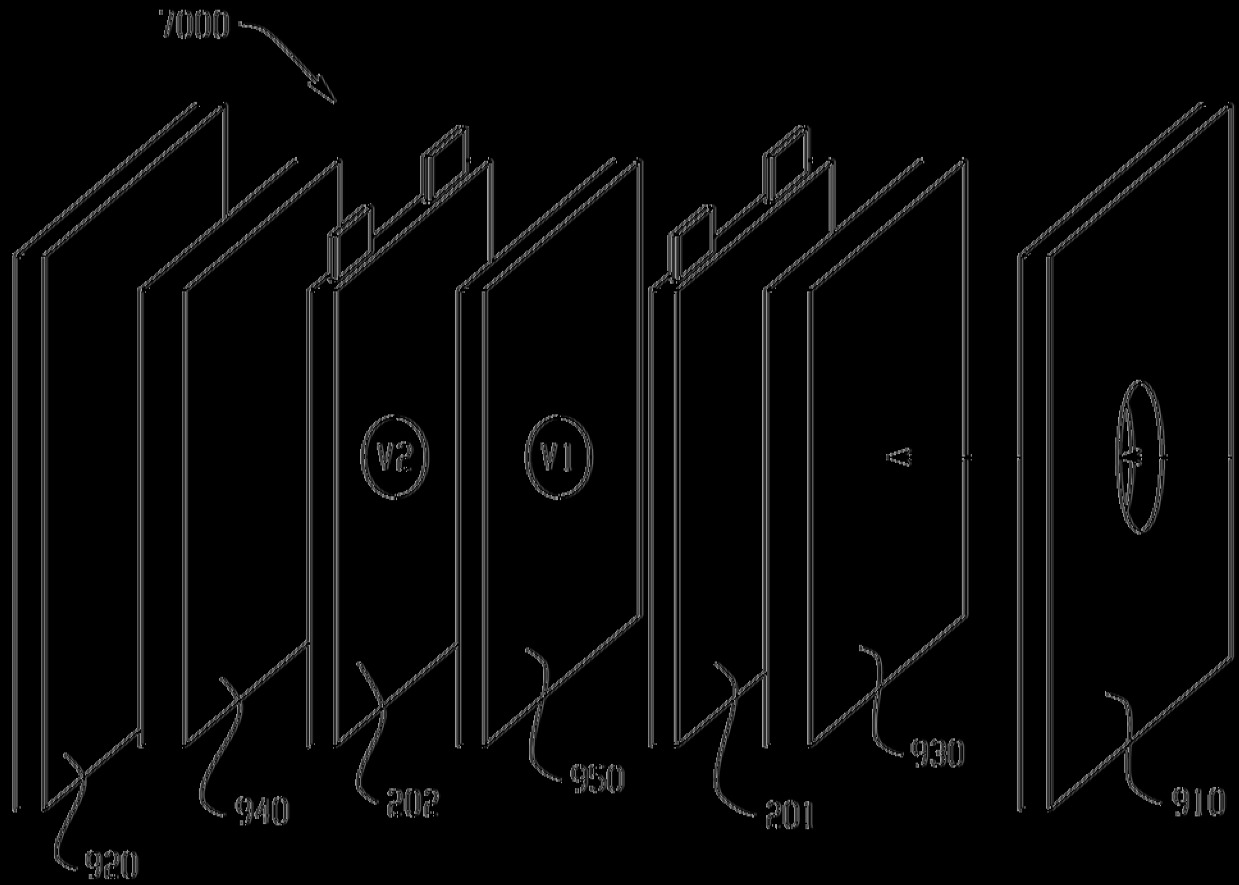


[(同)8]

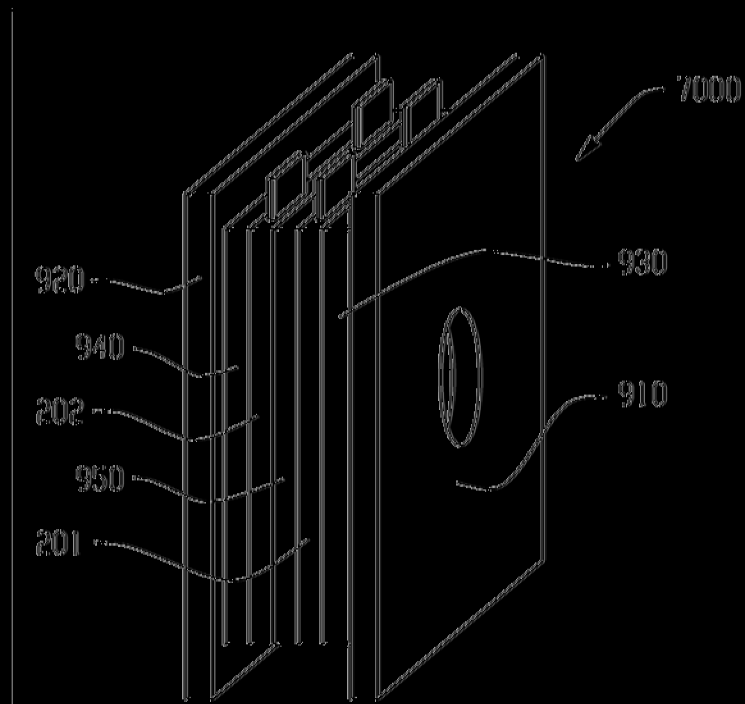
熱板試驗



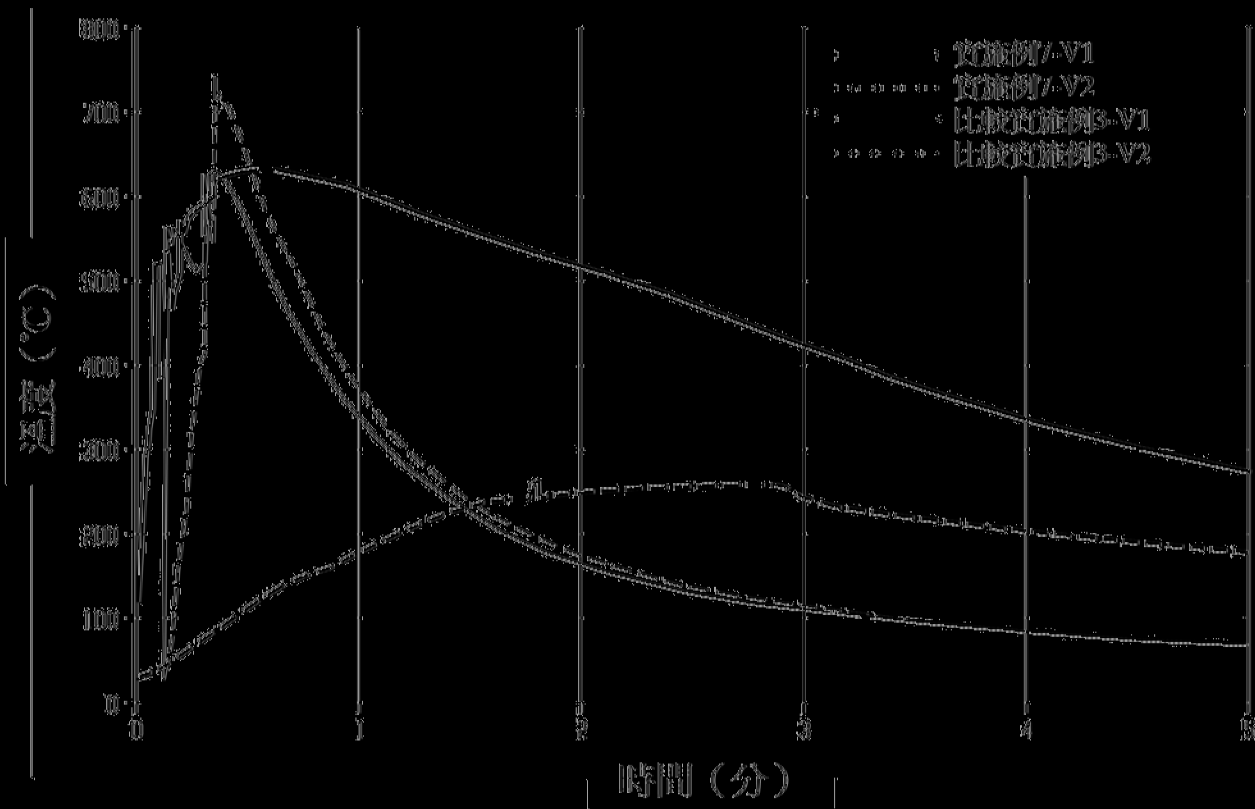
(圖9)



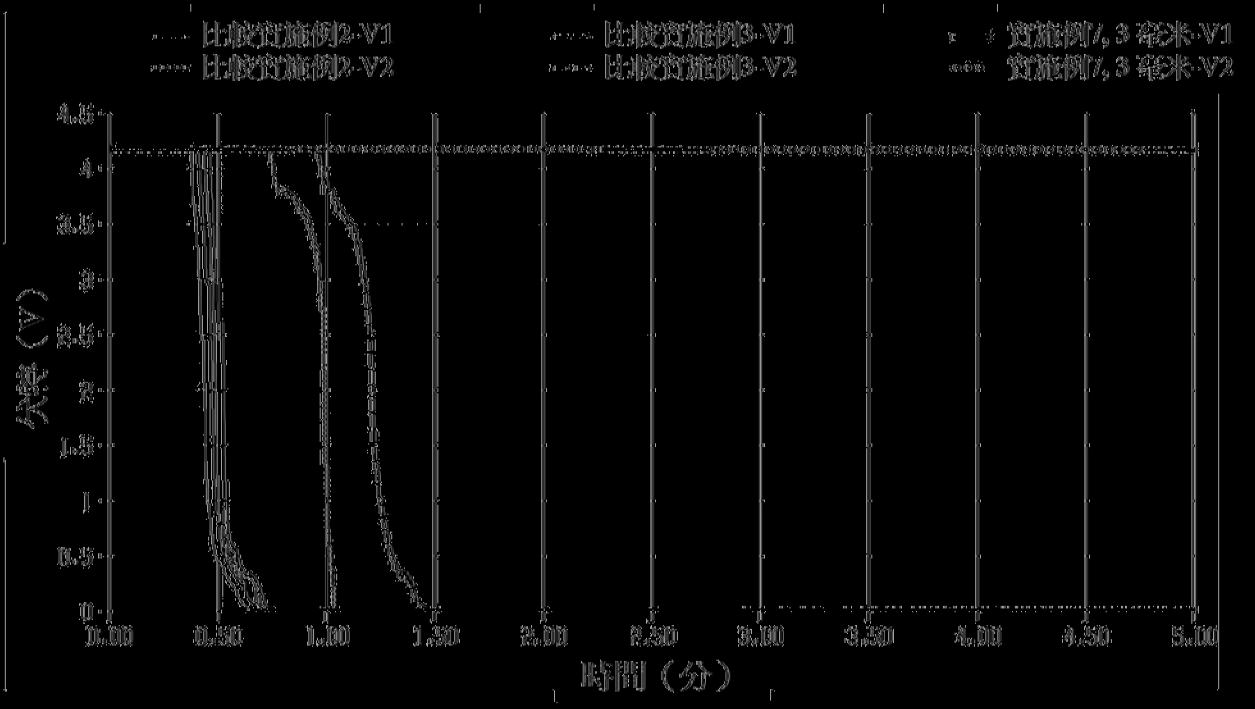
[(圖10A)]



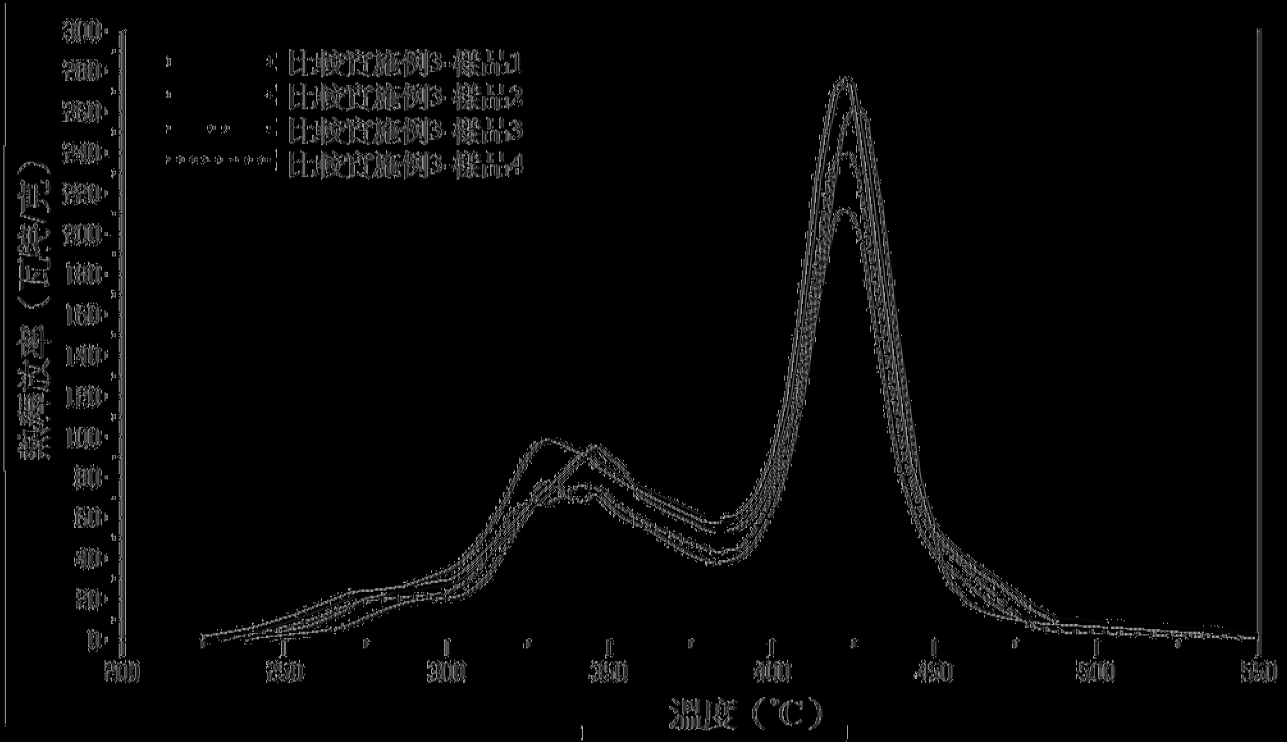
[(圖10B)]



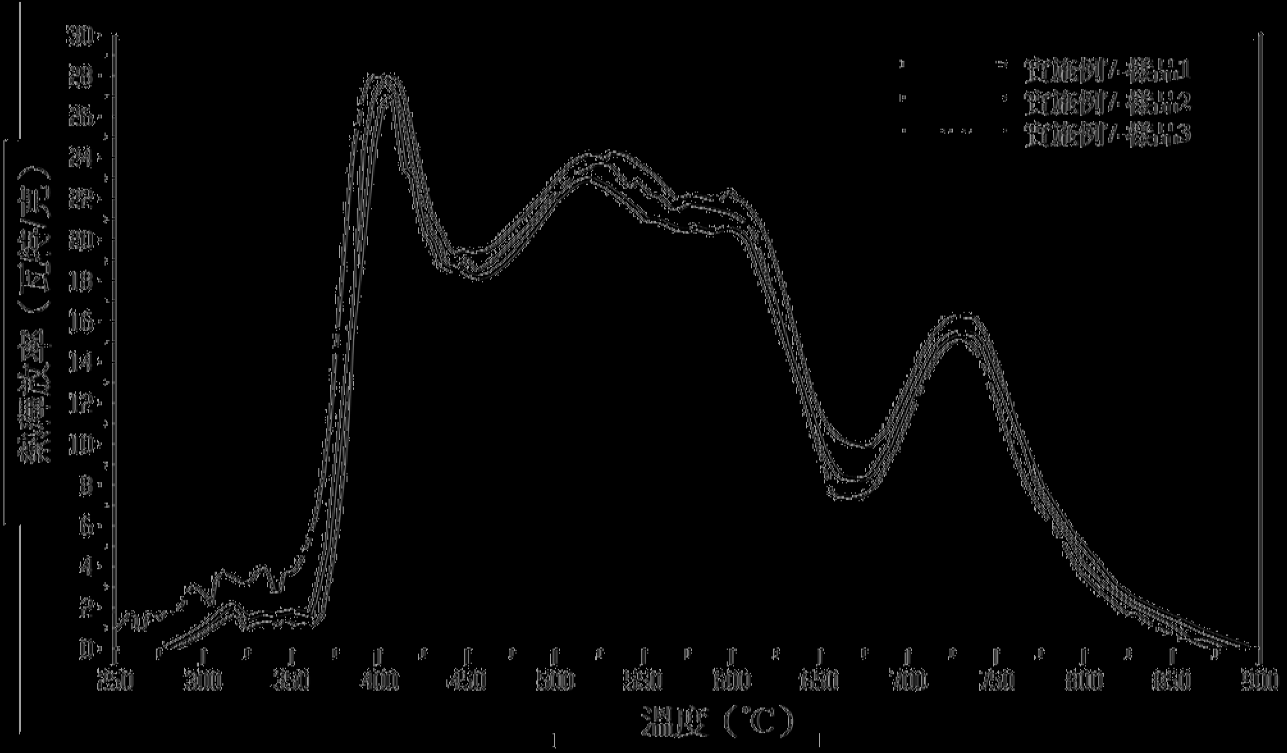
(圖11)



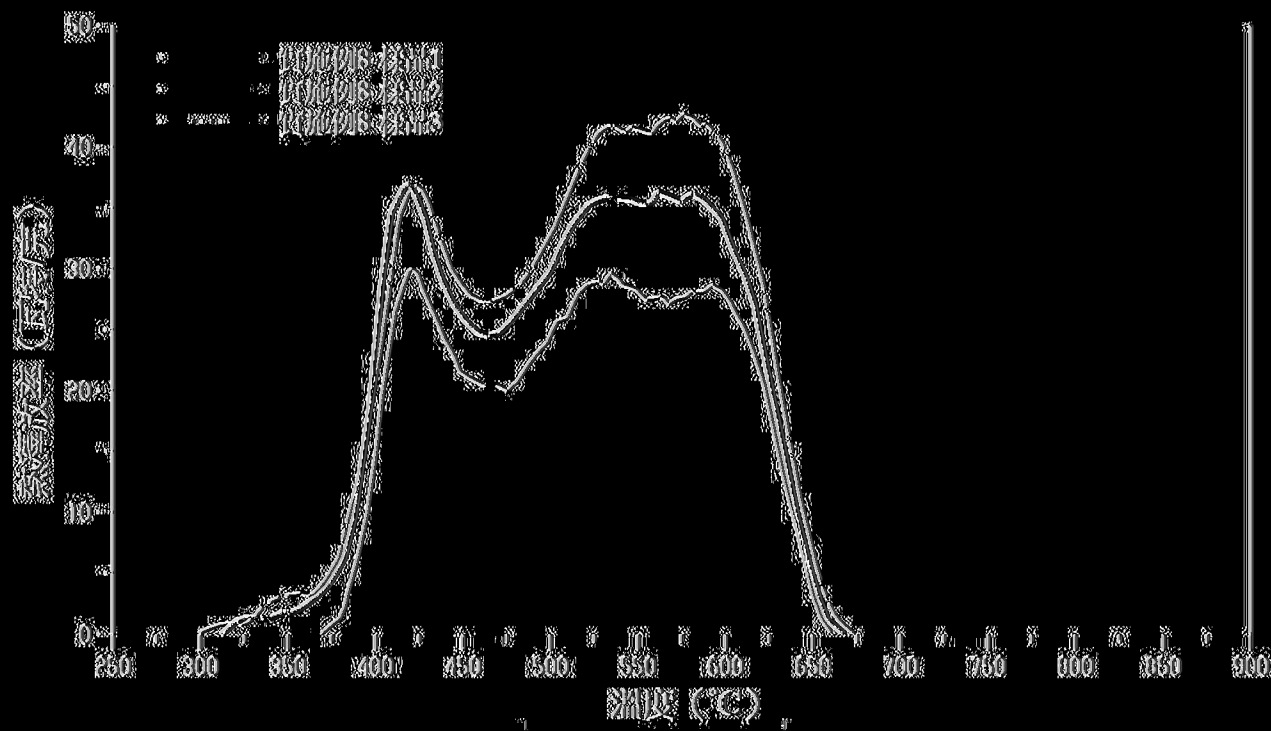
(圖12)



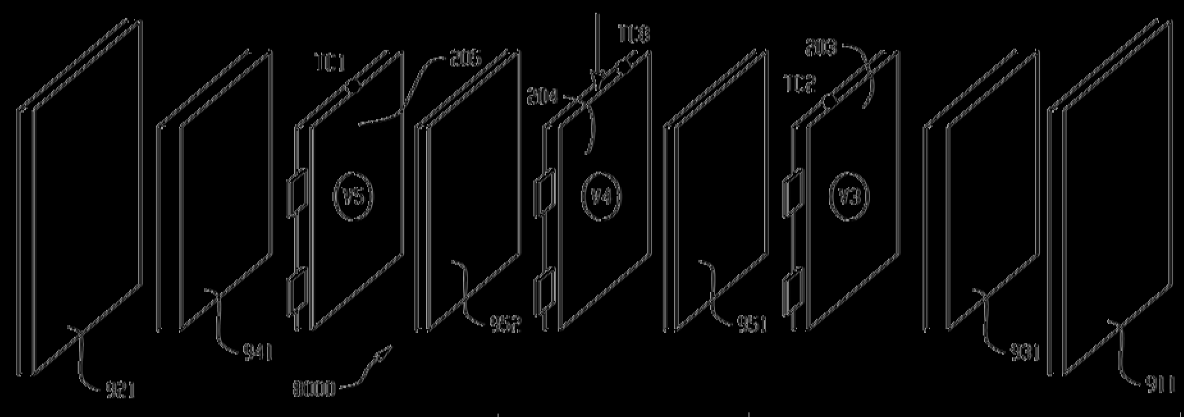
〔圖13〕



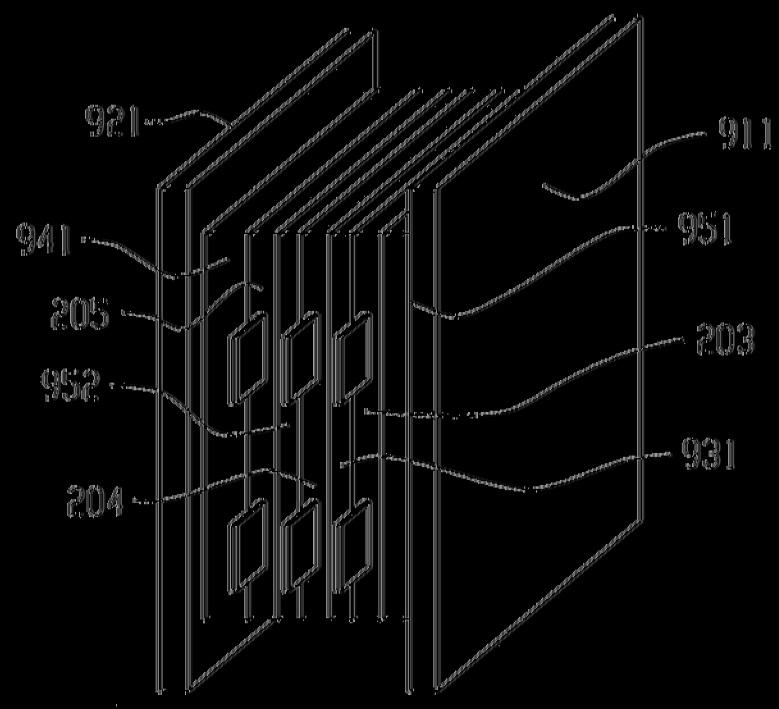
〔圖14〕



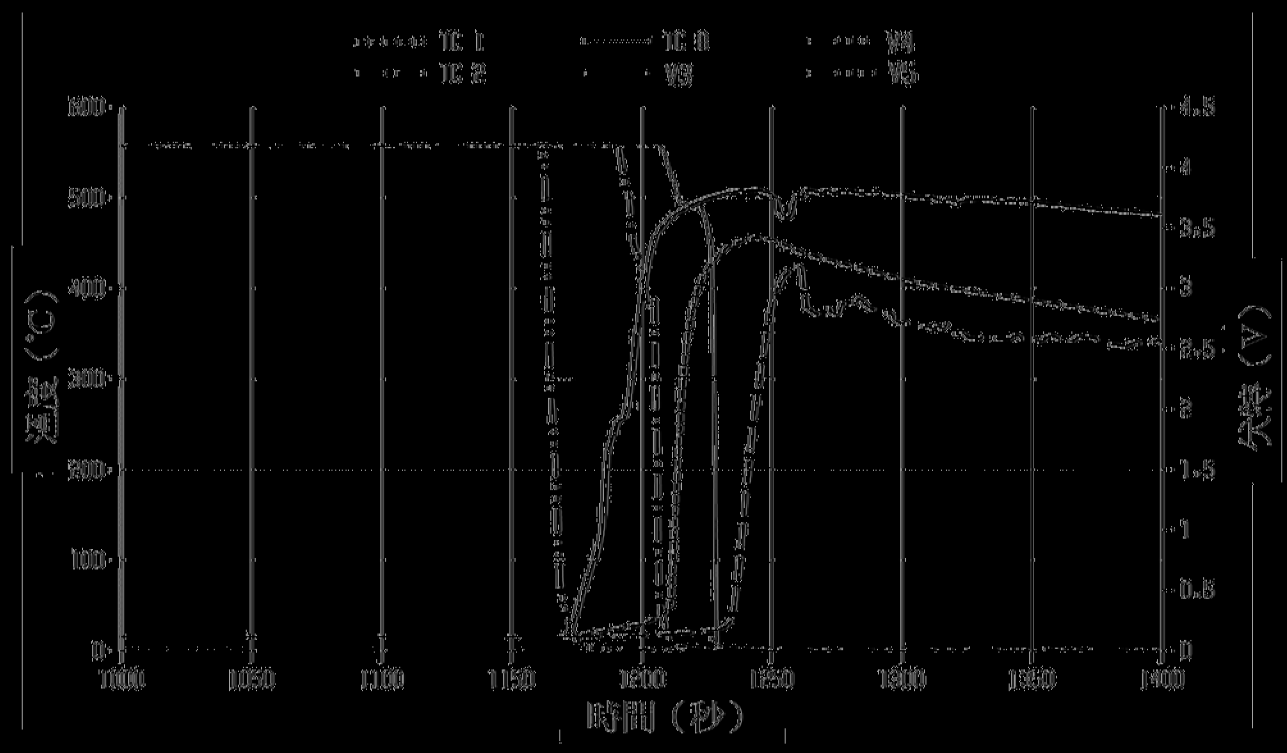
(圖15)



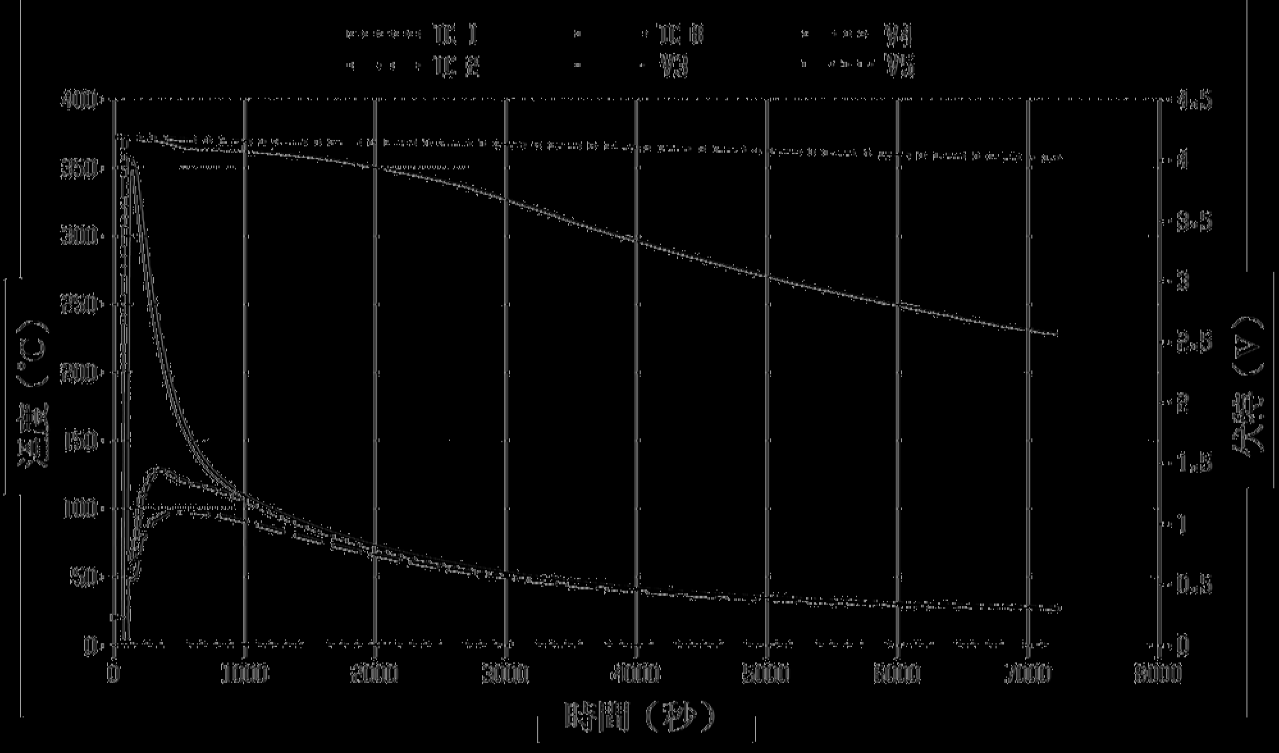
(圖16A)



(圖16B)



(圖17)



[圖18]



[圖19]

