



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 202322451 A

(43)公開日：中華民國 112 (2023) 年 06 月 01 日

(21)申請案號：111136776

(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 09 月 28 日

(51)Int. Cl.：

*H01M10/658 (2014.01)**H01M10/613 (2014.01)**B32B7/022 (2019.01)**B32B7/03 (2019.01)*

(30)優先權：2021/09/30

日本

2021-160489

2022/02/25

日本

2022-027674

(71)申請人：日商日東電工股份有限公司 (日本) NITTO DENKO CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：宇井丈裕 UI, TAKEHIRO (JP)；佐佐木集 SASAKI, SHU (JP)；福家一浩 FUKU,

KAZUHIRO (JP)；川上真帆 KAWAKAMI, MAHO (JP)

(74)代理人：劉法正；尹重君

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：7 項 圖式數：10 共 51 頁

(54)名稱

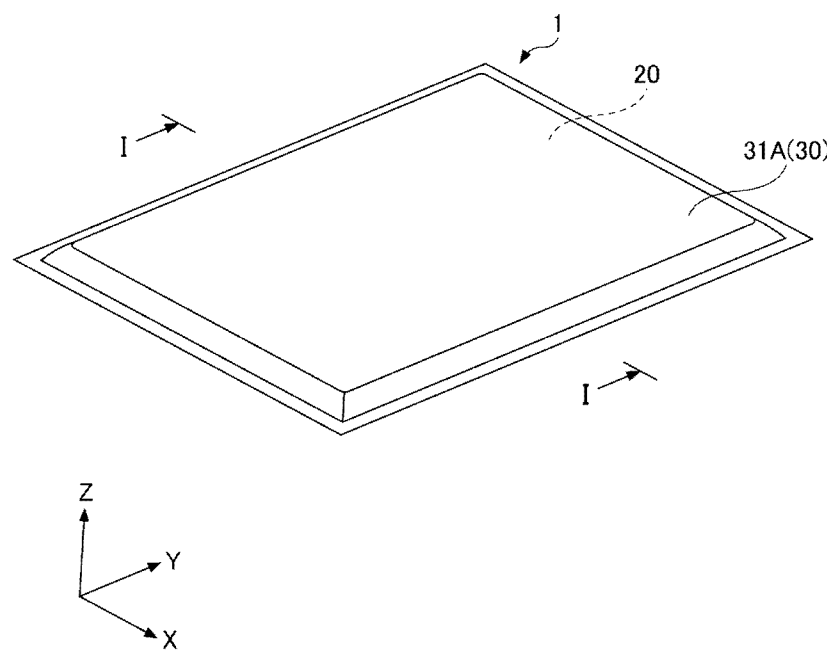
電池用斷熱材和非水電解質二次電池

(57)摘要

本發明涉及的電池用斷熱材將壓縮調整層和斷熱層層疊而具備，上述壓縮調整層的厚度相對於上述斷熱層的厚度的比超過 0.5 且小於 4.5，相對於上述壓縮調整層的壓縮前的厚度，沿厚度方向以 25%～70%的範圍內的任一比例被壓縮而應變時的壓縮應力為 0.34MPa～3.45MPa。

指定代表圖：

- 符號簡單說明：
- 1:電池用斷熱材
 - 20:斷熱層
 - 31A:樹脂膜
 - 30:被覆層
 - I:斷面線
 - X,Y,Z:軸



【圖1】



【發明摘要】

【中文發明名稱】

電池用斷熱材和非水電解質二次電池

【中文】

本發明涉及的電池用斷熱材將壓縮調整層和斷熱層層疊而具備，上述壓縮調整層的厚度相對於上述斷熱層的厚度的比超過0.5且小於4.5，相對於上述壓縮調整層的壓縮前的厚度，沿厚度方向以25%～70%的範圍內的任一比例被壓縮而應變時的壓縮應力為0.34MPa～3.45MPa。

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

1:電池用斷熱材

20:斷熱層

31A:樹脂膜

30:被覆層

I:斷面線

X,Y,Z:軸

【特徵化學式】

(無)

【發明說明書】

【中文發明名稱】

電池用斷熱材和非水電解質二次電池

【技術領域】

【0001】 本發明係關於電池用斷熱材和非水電解質二次電池。

【先前技術】

【0002】 作為混合動力汽車、電動汽車等電動車輛、便攜終端、便攜電話和筆記本型個人電腦等便攜電子設備、可穿戴設備等的電源，廣泛使用了鋰離子二次電池等非水系電解質二次電池。非水系電解質二次電池一般而言，將具備正極、負極和非水系電解質的電池單元複數個層疊而具備。非水系電解質二次電池中，由於反復充放電而產生電池單元的膨脹和收縮，因此抑制相鄰的電池單元彼此的接觸的同時將電池單元間斷熱，由此電池單元彼此之間設置有電池用斷熱材。

【0003】 作為非水系電解質二次電池所使用的電池用斷熱材，公開了例如，以波紋板狀的彈簧地構成，作為冷卻媒體的通路起作用的同時，與電池的變形相對應而彈性變形，具有將電池的負荷維持於大致一定的彈性特性的隔離物(例如，參照專利文獻1)。

先實施技術文獻

專利文獻

【0004】 專利文獻1:日本特開2000-48867號公報

專利文獻2:加拿大專利申請公開第1190279號說明書

【發明內容】

【0005】 <發明欲解決之問題>

這裡，隨著電池單元的容量增大，伴隨電池單元的充放電而產生的膨脹和收

縮的變形量，以及電池單元過度地發熱時發生熱失控的可能性提高。專利文獻1的隔離物由波紋板狀地形成的彈簧所構成，因此存在如果由電池單元的膨脹帶來的變形量增大，則不能充分地變形，不能發揮緩衝性的可能性高這樣的問題。此外，存在不能充分地進行熱失控的電池單元的斷熱這樣的問題。

【0006】 此外，作為鋰離子二次電池高效率地動作的壓力的參考值，例如，專利文獻2記載有「以50psi(0.34MPa)~500psi(3.45MPa)的加壓與無加壓相比LIB的效率提高」。

【0007】 本發明的一方式的目的在於提供對於電池單元的膨脹能夠發揮優異的緩衝性，並且能夠具有高斷熱性的電池用斷熱材。

<用於解決問題的方法>

【0008】 本發明涉及的電池用斷熱材的一方式為將壓縮調整層和斷熱層層疊而具備，

上述壓縮調整層的厚度相對於上述斷熱層的厚度的比超過0.5且小於4.5，

相對於上述壓縮調整層的壓縮前的厚度，沿厚度方向以25%~70%的範圍內的任一比例被壓縮而應變時的壓縮應力為0.34MPa~3.45MPa。

<發明之功效>

【0009】 本發明涉及的電池用斷熱材的一方式對於電池單元的膨脹能夠發揮優異的緩衝性，並且能夠具有高斷熱性。

【圖式簡單說明】

【0010】 圖1為本發明的實施方式涉及的電池用斷熱材的立體圖。

圖2為圖1的I-I斷面圖。

圖3為圖1的平面圖。

圖4為表示壓縮時間與殘留應力的關係的一例的圖。

圖5為表示電池用斷熱材的其它構成的一例的斷面圖。

圖6為表示電池用斷熱材的其它構成的一例的斷面圖。

圖7為表示電池用斷熱材的其它構成的一例的斷面圖。

圖8為表示鋰離子二次電池的一例的立體圖。

圖9為鋰離子二次電池的部分斷面圖。

圖10為表示例28的電池用斷熱材的應力緩和率(%)與經過時間的關係的圖。

【實施方式】

【0011】 以下，對於本發明的實施的形態，詳細地說明。另外，為了使說明的理解變得容易，各附圖中對於同一構成要素附上同一符號，省略重複的說明。此外，附圖中的各構件的比例尺有時與實時不同。在本說明書中，表示數值範圍的「 $\sim$ 」只要沒有特別規定，表示包含其前後所記載的數值作為下限值和上限值。

【0012】 <電池用斷熱材>

對於本發明的實施方式涉及的電池用斷熱材進行說明。圖1為本實施方式涉及的電池用斷熱材的立體圖，圖2為圖1的I-I斷面圖，圖3為圖1的平面圖。圖1和圖2所示那樣，本實施方式涉及的電池用斷熱材1將壓縮調整層10和斷熱層20依次層疊而具備，可以具備被覆壓縮調整層10和斷熱層20的被覆層30。電池用斷熱材1片狀地形成。圖3所示那樣，電池用斷熱材1俯視時大致矩形地形成。

【0013】 另外，本說明書中，將電池用斷熱材1的厚度方向(垂長方向)設為Z軸向，將與厚度方向正交的橫方向(水平方向)設為X軸向和Y軸向。將Z軸向的斷熱層20側設為+Z軸向，將壓縮調整層10側設為-Z軸向。以下的說明中，為了說明方便，將+Z軸向稱為上或上方，將-Z軸向稱為下或下方，並不表示普遍的上下關係。

【0014】 本申請發明人研究在將電池用斷熱材1應用於非水系電解質二次電池時，進一步適當進行對於高容量化進行的電池單元的膨脹的緩衝和由電池

單元產生的熱的斷熱時，著眼於電池用斷熱材1的壓縮調整層10與斷熱層20的厚度的關係，以及壓縮調整層10被壓縮時的緩衝性。而且，本申請發明人發現，如果使壓縮調整層10的厚度相對於斷熱層20的厚度的比超過0.5且小於4.5的範圍內的同時，壓縮調整層10相對於壓縮前的厚度，沿厚度方向以25%~70%的範圍內的任一比例被壓縮而應變時的壓縮應力為0.34MPa~3.45MPa的範圍內，則電池用斷熱材1能夠對於來自外部的應力柔軟地變形，並且能夠提高斷熱性。由此，電池用斷熱材1提高對於電池單元的膨脹的緩衝性的同時能夠具有高斷熱性。

【0015】另外，壓縮調整層10和斷熱層20的厚度為在壓縮調整層10和斷熱層20的斷面，測定任意的場所時的厚度。在壓縮調整層10和斷熱層20的斷面，在任意的場所測定數處的情況下，可以採用這些測定處的厚度的平均值。

【0016】壓縮調整層10的壓縮應力只要使用精密萬能試驗機，測定以規定的壓縮速度(例如，0.5mm/min)將試驗體相對於壓縮前的厚度，沿厚度方向以25%~70%的範圍內的任一比例壓縮時的壓縮應力即可。

【0017】所謂斷熱性，為抑制熱的傳導的性能。斷熱性能夠藉由測定導熱率而評價。導熱率按照「JIS A 1412-1：2016 熱絕緣材的熱電阻和導熱率的測定方法-第2部：熱流計法(HFM法)」，測定80℃，2MPa下的導熱率而求出。將電池用斷熱材1切斷為規定的大小(例如，20mm×20mm)而製作樣品，並且，準備參照試樣。參照試樣能夠使用例如，矽酸鈣板(「Hirac」，A&A Material公司製，厚度：5mm，導熱率：0.22W/(m·K))等。接下來，在氣壓壓製機的下盤面上，從上起，以第1熱電偶、鋁板、電池用斷熱材1、鋁板、第2熱電偶、參照試樣和第3熱電偶的順序夾持而使各構件密合。可以上盤被加溫至規定溫度(例如，80℃)，下盤被加溫至規定溫度(例如，35℃)的壓製機的負荷成為規定的負荷(例如，800N(相當於2MPa))的方式被調整後，進行加壓。以被加溫加壓的狀態，繼續測定直至各個熱電偶的檢測溫度變得穩定。另外，所謂溫度穩定，可以為10分鐘時

前後的溫度變化成為規定的範圍內(例如， $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 以內)。由溫度穩定後的各熱電偶的檢測溫度和電池用斷熱材1的壓縮時的厚度，參照試樣的導熱率和厚度，將電池用斷熱材1的導熱率 k_1 由下式(I)而求出。

$$k_1 = k_2 \times (L_1 \times \Delta T_1) / (L_2 \times \Delta T_2) \quad \cdot \cdot \cdot \text{(I)}$$

(式中， k_1 為電池用斷熱材1的導熱率 [W/(m·K)]， k_2 為參照試樣的導熱率 [W/(m·K)]， L_1 為電池用斷熱材的加壓時厚度， L_2 為參照試樣的厚度， ΔT_1 為第2熱電偶的溫度與第3熱電偶的溫度的溫度差， ΔT_2 為第1熱電偶的溫度與第2熱電偶的溫度的溫度差。)

【0018】 另外，電池用斷熱材1的壓縮時的厚度如果加壓中的測定困難，則可以由以加壓前的電池用斷熱材的厚度和規定的負荷(例如，800N(相當於2MPa))壓縮時的壓縮變形率來計算而求出。

【0019】 緩衝性使用精密萬能試驗機，測定以規定的壓縮速度(例如，0.5mm/min) 壓縮試驗體時的壓縮應力為0.34MPa和3.45MPa時的變形距離。而且，藉由下述式(II)，算出壓縮應力為0.34MPa～3.45MPa的範圍內的位移量(0.34MPa～3.45MPa位移域)。能夠評價該位移量作為0.34MPa～3.45MPa位移域中的緩衝性。藉由0.34MPa～3.45MPa位移域中的緩衝性被提高，從而在0.34MPa～3.45MPa中具有本實施方式涉及的電池用斷熱材的鋰離子二次電池能夠提高充放電效率。

$$0.34\text{MPa} \sim 3.45\text{MPa} \text{ 位移域 } [\%] = (3.45\text{MPa} \text{ 時的變形距離} / \text{試驗體的厚度}) \times 100\% - (0.34\text{MPa} \text{ 時的變形距離} / \text{試驗體的厚度}) \times 100\% \quad \cdot \cdot \cdot \text{(II)}$$

【0020】 對於構成電池用斷熱材1的各構件進行說明。

【0021】 圖1所示那樣，壓縮調整層10可以被片狀形成，根據斷熱層20的硬度而具有適當任意的柔軟性的方式而形成。即，壓縮調整層10可以根據斷熱層20的硬度，與斷熱層20相比易於壓縮變形，或與斷熱層20相比難以壓縮變形。

【0022】在電池用斷熱材1以在電池單元間被夾持的狀態固定於筐體內以構成非水電解質二次電池的情況下，在非水電解質二次電池的動作中，一方的電池單元過度地發熱，從而電池單元膨脹，其表面朝向電池用斷熱材1而伸出，從而對於電池用斷熱材1施加應力。因此，根據斷熱層20的硬度，壓縮調整層10或和斷熱層20的一方與另一方相比易於壓縮變形。即，在壓縮調整層10與斷熱層20相比易於壓縮變形的情況下，壓縮調整層10與斷熱層20相比易於變形，因此壓縮調整層10追隨電池單元的表面的變形而易於變形。在斷熱層20與壓縮調整層10相比易於壓縮變形的情況下，斷熱層20與壓縮調整層10相比易於變形，因此斷熱層20追隨電池單元的表面的變形而易於變形。因此，電池用斷熱材1藉由包含壓縮調整層10和斷熱層20，從而電池單元的膨脹被過度地抑制，由此能夠高效地抑制電池單元的破損等發生。

【0023】例如，在僅僅從難以壓縮變形的斷熱層，電池用斷熱材被夾持於電池單元間的狀態而配置的情況下，如果電池單元中過剩的發熱發生，則電池單元不能朝向電池用斷熱材而膨脹，因此存在電池單元破裂而破損的可能性。與此相對，壓縮調整層10和斷熱層20藉由配置於電池單元彼此之間，從而電池單元表面能夠容許使壓縮調整層10和斷熱層20的一方變形的同時，朝向壓縮調整層10和斷熱層20的另一方而膨脹，因此電池單元的破損等得以降低。

【0024】相對於壓縮調整層10的壓縮前的厚度，沿厚度方向以25%～70%的範圍內的任一比例壓縮時的壓縮應力為0.34MPa～3.45MPa，優選為1.00MPa～3.00MPa，更優選為1.50MPa～2.50MPa。如果壓縮調整層10的壓縮應力小於0.34MPa，則壓縮調整層10的緩衝性不充分，因此不能對於電池單元穩定地施加一定的負荷。此外，存在壓縮調整層10變形時，變形部分的厚度會變薄，斷熱性降低的可能性。另一方面，如果壓縮調整層10的壓縮應力高於3.45MPa，則存在不能充分地緩衝電池單元的膨脹，電池單元破損的可能性。

【0025】 相對於壓縮調整層10的壓縮前的厚度，沿厚度方向以25%～70%的範圍內的任一比例壓縮時的壓縮應力為組裝於非水系電解質二次電池之後，從使用開始直至使用結束對於電池用斷熱材施加應力，壓縮調整層的壓縮應力由於緩和現象而發生變化。因此，壓縮應力可以為相對於壓縮前的厚度，沿厚度方向以25%～70%的範圍內的任一比例壓縮，以維持該壓縮率的狀態在大於0小時且87600小時以下(假定從電池的使用開始起直至廢棄為10年)的時間內放置的狀態的殘留應力。殘留應力的測定方法為將壓縮調整層或斷熱層以10mm見方的指定厚度進行了切斷的產物作為試驗體，使用精密萬能試驗機(自動繪圖器AGS-5kNX，株式會社島津製作所製)，以壓縮速度0.5mm/min壓縮試驗體，在以25%～70%的範圍內的任一比例被壓縮的時點停止壓縮，以維持該壓縮率的狀態在大於0小時且87600小時以下的時間放置。而且，測定以大於0且87600小時以下的時間放置的狀態下的應力，將該應力設為殘留應力。

【0026】 在放置時間由於持續長期而困難的情況下，例如，可以推定利用以下方法在大於20小時且87600小時以下的時間放置的狀態下的殘留應力而求出。

((殘留應力的推定方法的例子))

準備將壓縮調整層或斷熱層以10mm見方的指定厚度進行了切斷的產物作為試驗體。使用精密萬能試驗機(自動繪圖器AGS-5kNX，株式會社島津製作所製)，以壓縮速度0.5mm/min將試驗體進行壓縮，在負荷成為100N的時點停止壓縮，開始壓縮應力的測定，直至經過20小時，將壓縮應力以一定的時間間隔，例如每1分鐘，每10分鐘或每1小時持續測定。將所得的每隔經過時間的壓縮應力值如下述式(III)那樣，除以100N而設為應力緩和率(%)。

$$\text{應力緩和率(\%)} = \text{每隔經過時間的應力(N)/100N} \quad \cdot \cdot \cdot \text{(III)}$$

【0027】 經過時間和應力緩和率的關係只要利用微軟公司的表計算軟體的Excel來製作即可。圖能夠將經過時間和應力緩和率在表中排列並選擇，插入，

以圖和散佈圖的順序進行選擇而製作。接著，選擇圖所顯示的緩和曲線並打開上下文菜單，選擇近似曲線的追加(R)。由近似曲線的選項選擇與應力緩和曲線適合的近似式，在「圖中表示數式的(E)」中加入查看(check)。藉由在表示的近似曲線的數式的(x)中代入大於20小時且87600小時以下的時間，從而能夠求出應力緩和率(%)。

【0028】最後，下述式(IV)那樣，藉由將所得的應力緩和率，與相對於壓縮前的厚度，沿厚度方向以25%～70%的範圍內的任一比例壓縮時的壓縮應力相乘，從而能夠獲得大於20小時且87600小時以下的時間時的殘留應力的推定值(MPa)。

$$\text{殘留應力的推定值(MPa)} = \text{應力緩和率(\%)} \times \text{壓縮應力(MPa)} \quad \cdots \text{(IV)}$$

【0029】壓縮調整層10的80℃，2MPa時的導熱率可以高於斷熱層20的80℃，2MPa時的導熱率，例如，優選為0.04W/(m·K)～0.4W/(m·K)。

【0030】壓縮調整層10的80℃，2MPa時的導熱率優選為斷熱層20的80℃，2MPa時的導熱率的20%以上。

【0031】壓縮調整層10的80℃，2MPa時的導熱率與測定電池用斷熱材1的導熱率的情況同樣，能夠藉由按照「JIS A 1412-1：2016 熱絕緣材的熱電阻和導熱率的測定方法-第2部：熱流計法(HFM法)」的方法而測定。

【0032】壓縮調整層10的材質只要能夠易於壓縮變形而發揮緩衝性能，就沒有特別限定。作為壓縮調整層10，能夠使用例如，纖維、橡膠和熱塑性樹脂等成型體等。

【0033】纖維的成型體(纖維成型體)藉由將纖維成型而得。作為纖維，可舉出例如，由玻璃棉、岩棉等無機纖維、纖維素纖維、聚酯、聚丙烯等形成的毛氈等。為了使相對於壓縮調整層10的壓縮前的厚度，沿厚度方向以25%～70%的範圍內的任一比例被壓縮而應變時的壓縮應力在0.34MPa～3.45MPa的範圍內，壓

縮調整層10的形成所使用的纖維的質量優選為 $140\text{kg/m}^3 \sim 533\text{kg/m}^3$ 。進一步，纖維之中，玻璃棉由於提高壓縮應力，因此優選被熱固性樹脂固化。作為玻璃棉單體，優選纖維徑為 $3\mu\text{m} \sim 13\mu\text{m}$ ，纖維長為 $5\text{mm} \sim 200\text{mm}$ 。

【0034】 橡膠的成型體(橡膠成型體)藉由將橡膠成型而得。作為橡膠，可舉出例如，丁苯橡膠、丁二烯橡膠、氯丁橡膠、異戊二烯橡膠、丁基橡膠、乙丙橡膠、腈橡膠、矽橡膠、氟橡膠、丙烯酸類橡膠、氨基甲酸酯橡膠、多硫化橡膠和環氧氯丙烷橡膠等。它們可以單獨使用1種，可以並用2種以上。橡膠成型體的Asker C硬度優選為53以下。如果Asker C硬度高於53，則存在壓縮時會將斷熱層破壞的可能性。另外，所謂Asker C硬度，為使用Asker 橡膠硬度計C型的壓頭，基於JIS K7312：1996所記載的硬度的測定方法而測定。

【0035】 熱塑性樹脂的成型體(樹脂成型體)藉由將熱塑性樹脂或熱固性樹脂成型而得。

【0036】 作為熱塑性樹脂，可舉出聚氨酯、聚乙烯、聚苯乙烯、聚丙烯、乙烯乙酸乙烯酯共聚物等。它們可以單獨使用1種，可以並用2種以上。樹脂成型體優選使用上述熱塑性樹脂而形成獨立或連續的氣泡的發泡成型來形成的樹脂發泡體。樹脂發泡體在內部和表面具有氣泡，因此能夠易於壓縮變形而發揮緩衝性能。為了使相對於樹脂發泡體的壓縮前的厚度，沿厚度方向以25%~70%的範圍內的任一比例被壓縮而應變時的壓縮應力在 $0.34\text{MPa} \sim 3.45\text{MPa}$ 的範圍內，優選構成樹脂發泡體的單元結構為獨泡結構，且樹脂發泡體的形成所使用的材料具有交聯結構，材料單體且具有 $700\text{MPa} \sim 72000\text{MPa}$ 的壓縮彈性模量。為了使相對於樹脂成型體的壓縮前的厚度，沿厚度方向以25%~70%的範圍內的任一比例被壓縮而應變時的壓縮應力在 $0.34\text{MPa} \sim 3.45\text{MPa}$ 的範圍內，關於樹脂成型體的增強結構，與應力易於集中的矩形斷面形狀相比，優選為應力分散，難以彎曲的波型。此外，在鋰離子電池燃燒的情況下，如果緩衝層會燃燒，則斷熱性會降低，

因此斷熱層優選具有阻燃性(例如，UL阻燃標準的UL94 V-0)，進一步優選具有不燃性。

【0037】 作為熱固性樹脂，可舉出氨基甲酸酯樹脂、酚樹脂、脲樹脂、三聚氰胺樹脂、不飽和聚酯、環氧樹脂、有機矽樹脂等。它們可以單獨使用1種，可以並用2種以上。

【0038】 壓縮調整層10的厚度優選為1.0mm～8.8mm，更優選為1.5mm～7.5mm，進一步優選為2.0mm～5.0mm。如果壓縮調整層10的厚度為1.0mm～8.8mm，則在電池用斷熱材1以夾持於電池單元間的狀態而固定於筐體內來構成非水電解質二次電池的情況下，能夠充分地吸收電池單元的膨脹時對於電池單元施加的應力。

【0039】 壓縮調整層10的厚度相對於斷熱層20的厚度的比超過0.5且小於4.5。如果壓縮調整層10的厚度相對於斷熱層20的厚度的比為0.5以下，則不能充分地吸收來自外部的應變。因此，在電池用斷熱材1以夾持於電池單元間的狀態而固定於筐體內來構成非水電解質二次電池的情況下，存在沒有吸收電池單元的充電時產生的電池單元的膨脹，對於電池單元施加的應力變得過高而破損電池單元的可能性。如果壓縮調整層10的厚度相對於斷熱層20的厚度的比為4.5以上，則壓縮調整層10與斷熱層20相比變得過厚。壓縮調整層10具有與斷熱層20相比高的導熱率，因此電池用斷熱材1的斷熱性降低。因此，在電池用斷熱材1夾持於電池單元間的狀態而固定於筐體內來構成非水電解質二次電池的情況下，電池用斷熱材1不能將電池單元熱膨脹時的熱充分地斷熱。

【0040】 壓縮調整層10的形狀在電池用斷熱材1夾持於電池單元間的狀態而固定於筐體內來構成非水電解質二次電池的情況下，如果為與電池單元的膨脹和收縮適當地對應而變形的基礎上適當的形狀，則沒有特別限定，例如，優選為板狀。在該情況下，壓縮調整層10的俯視時的形狀可以為矩形(例如，四邊形

等多邊形)、圓形、橢圓形、或其它形狀。

【0041】圖2所示那樣，斷熱層20設置於壓縮調整層10的上面10a。斷熱層20片狀地形成，可以具有抑制對於電池用斷熱材1傳導的熱沿厚度方向傳導的功能，即具有斷熱性，並且具有適當任意的柔軟性，具有緩衝性。

【0042】斷熱層20的導熱率只要比壓縮調整層10的80℃，2MPa時的導熱率低，就沒有特別限定，斷熱層20的23℃時的導熱率優選為0.3W/(m·K)以下。如果斷熱層20的導熱率為上述上限值以下，則能夠發揮斷熱性。另外，斷熱層20的導熱率的下限值沒有限定，例如，可以為0.010W/K·m以上。另外，斷熱層20的導熱率能夠與壓縮調整層10的導熱率同樣地測定。

【0043】斷熱層20的熱電阻沒有特別限定，優選為0.025(K·m²)/W以上。另外，斷熱層20的熱電阻的上限值沒有限定，例如，可以為0.1(K·m²)/W以下。

【0044】斷熱層20的壓縮應力能夠根據斷熱層20的硬度而設計為適當任意的大小，例如，優選為0.25MPa～14.00MPa。如果斷熱層20的壓縮應力在上述優選的範圍內，則能夠對於壓縮調整層10並且電池單元施加一定的負荷並且，能夠充分地緩衝電池單元的膨脹，能夠抑制電池單元的破損。

【0045】在斷熱層20比壓縮調整層10硬的情況下，斷熱層20的壓縮應力在低壓縮域(例如，0.34MPa～3.45MPa位移域)中，與壓縮調整層10相比高。在斷熱層20比壓縮調整層10柔軟的情況下，斷熱層20的壓縮應力在低壓縮域中，與壓縮調整層10相比低。

【0046】斷熱層20的壓縮應力與上述的壓縮調整層10同樣地操作而求出。

【0047】斷熱層20的壓縮應力可以與壓縮調整層10同樣，是斷熱層20相對於壓縮前的厚度，沿厚度方向以25%～70%的範圍內的任一比例壓縮時的壓縮應力。

【0048】斷熱層20的厚度能夠適當設定，例如，優選為0.8mm～5.0mm。如果斷熱層20的厚度在上述優選的範圍內，則能夠提高斷熱性，並且能夠抑制電池

用斷熱材1的大型化。

【0049】 斷熱層20如果為具有所期望的斷熱性的成型體，則沒有特別限定，優選為多孔質體。多孔質體沒有特別限定，可舉出例如，纖維體和發泡體等。

【0050】 纖維體含有纖維。纖維體可以藉由乾式法和濕式法的任一者而製造。

【0051】 纖維體所包含的纖維如果能夠適用於斷熱層20，就沒有特別限定，能夠使用無機纖維和有機纖維的至少一者，優選包含無機纖維。

【0052】 無機纖維沒有特別限定，可舉出例如，二氧化矽纖維、玻璃纖維、氧化鋁纖維、二氧化矽-氧化鋁纖維、二氧化矽-氧化鋁-氧化鎂纖維、生物體溶解性無機纖維、玻璃纖維、氧化鋯纖維、矽酸鹼土類金屬鹽纖維、鹼地面矽酸酯(AES)羊毛、玻璃棉、岩棉和玄武岩纖維等。它們可以單獨使用1種，可以並用2種以上。

【0053】 有機纖維沒有特別限定，可舉出例如，芳族聚醯胺纖維、聚酯纖維、聚乙烯纖維、聚丙烯纖維、聚氯乙烯纖維、氟樹脂纖維、尼龍纖維、人造絲纖維、丙烯酸系纖維和聚烯烴纖維等。它們可以單獨使用1種，可以並用2種以上。

【0054】 纖維的平均纖維長只要能夠發揮斷熱性，就沒有特別限定，例如，優選為0.05mm～50mm。

【0055】 纖維的平均纖維徑只要能夠發揮斷熱性，沒有特別限定，例如，優選為0.1μm～50μm。

【0056】 構成斷熱層20的纖維體中的纖維的含量只要在能夠發揮斷熱性的範圍內，就沒有特別限定，例如，優選為70質量%～99.5質量%。另外，在纖維包含無機纖維和有機纖維的情況下，纖維體中的纖維的含量成為無機纖維和有機纖維的含量的和。

【0057】 纖維體可以含有能夠抑制熱輻射的無機粒子。無機粒子只要為能

夠降低由輻射帶來的傳熱的無機粒子即可，例如，能夠使用紅外線區域具有吸收峰的無機粒子。另外，紅外線區域的吸收峰能夠藉由紅外分光光度計進行測定。無機粒子可以作為纖維彼此結著的黏合劑起作用。在纖維體含有無機粒子的情況下，纖維體可以由含有纖維和無機粒子的混合物的壓縮成型體構成。

【0058】 作為無機粒子的材質，具體而言，可舉出二氧化矽、氧化鈦、碳化矽、鈦鐵礦(鈦鐵礦、 FeTiO_3)、矽酸鋯、氧化鐵(III)鐵(II)(方鐵礦(FeO)、磁鐵礦(Fe_3O_4)、赤鐵礦(Fe_2O_3))、二氧化鉻、氧化鋯、二氧化錳、氧化鋯溶膠、二氧化鈦溶膠、二氧化矽溶膠、氧化鋁溶膠、膨潤土和高嶺土等。

【0059】 作為二氧化矽，可舉出例如，由乾式法製造的二氧化矽和由濕式法製造的二氧化矽。作為由乾式法製造的二氧化矽，可舉出例如，鍛製二氧化矽。作為由濕式法製造的二氧化矽粒子，可舉出例如，膠態二氧化矽、沉降二氧化矽和矽膠等。作為膠態二氧化矽，可舉出陰離子性的膠態二氧化矽、陽離子性的膠態二氧化矽等。沉降二氧化矽是指由弱鹼性～中性的水溶液合成固體形狀的二氧化矽，進行過濾、水洗、乾燥而得的十 μm 前後的粉體的介孔結構的二氧化矽。進一步，存在施加粉碎、造粒、燒成、分級等處理的情況。作為矽膠，首選使用極其低密度的二氧化矽氣凝膠、二氧化矽乾凝膠。二氧化矽氣凝膠是空隙相對於體積的比例一般而言高達90%以上，具有數十 nm 的多孔結構的矽膠。二氧化矽氣凝膠由固體部分的傳導帶來的傳熱少，妨礙內部的空氣成分的分子的運動，因此由氣體帶來的傳導、對流少，具有低導熱率。

【0060】 纖維體可以包含1種無機粒子，可以包含複數種無機粒子。

【0061】 纖維體例如，能夠由包含纖維和無機粒子的混合物的壓縮成型體形成。在作為纖維使用無機纖維，作為無機粒子使用二氧化矽的情況下，纖維體能夠使用由含有無機纖維和鍛製二氧化矽的混合物形成的壓縮成型體。在作為無機纖維使用二氧化矽纖維或玻璃纖維的情況下，纖維體可以使用由含有二氧

化矽纖維或玻璃纖維以及鍛製二氧化矽的混合物形成的壓縮成型體。

【0062】纖維體可以包含黏合劑。作為黏合劑，可舉出熱塑性樹脂、熱固性樹脂和糖類等。它們可以單獨使用1種，可以並用2種以上。纖維體中的黏合劑的含量只要為能夠發揮斷熱性的範圍內，就沒有特別限定，可以以適當任意的含量來設定。

【0063】纖維體例如，可以由包含纖維、無機粒子和黏合劑的混合物的壓縮成型體來形成。

【0064】作為發泡體，可舉出例如，氨基甲酸酯泡沫、苯酚泡沫、聚乙烯泡沫、聚苯乙烯泡沫和有機矽泡沫。

【0065】發泡體與纖維體同樣，可以包含無機粒子。作為無機粒子，能夠包含與纖維體所包含的無機粒子同樣的無機粒子。因此，無機粒子的詳細情況省略。纖維體所包含的無機粒子的含量可以適當任意地設定。

【0066】斷熱層20的密度沒有特別限定，例如，可以為 $0.20\text{g/cm}^3 \sim 0.45\text{g/cm}^3$ 。

【0067】發泡體利用阿基米德法得到的氣孔率沒有特別限定，能夠適當設定，從確保斷熱層20的斷熱性方面考慮，例如，優選為30%~90%。

【0068】斷熱層20的形狀與壓縮調整層10同樣，在電池用斷熱材1以夾持於電池單元間的狀態而固定於筐體內來構成非水電解質二次電池的情況下，只要為在將電池單元的表面斷熱的基礎上適合的形狀，就沒有特別限定，例如，優選為板狀。在該情況下，斷熱層20的俯視時的形狀可以為矩形(例如，四邊形等多邊形)、圓形、橢圓形、或其它形狀。

【0069】圖1和圖2所示那樣，被覆層30以被覆露出於壓縮調整層10和斷熱層20的外部的表面，將壓縮調整層10和斷熱層20收容於內部的狀態而密封。藉由被覆層30被覆壓縮調整層10和斷熱層20，從而即使斷熱層20包含二氧化矽等無

機粒子，也能夠抑制無機粒子從斷熱層20的斷面脫落。另外，被覆層30可以僅僅被覆斷熱層20。

【0070】圖2所示那樣，被覆層30能夠使一對片狀地形成的樹脂膜31A和31B的周緣溶著或接著來形成。此外，被覆層30可以將一張樹脂膜31A或樹脂膜31B折回以將周緣溶著或接著來形成。

【0071】樹脂膜31A和31B可以具有由聚對苯二甲酸乙二醇酯(PET)或聚醯亞胺(PI)的膜形成的層，進一步可以具有由熱封樹脂形成的層。由熱封樹脂形成的層只要至少設置於樹脂膜31A和31B的周緣部即可。

【0072】作為熱封樹脂，可舉出例如，聚乙烯(PE)和聚丙烯(PP)等。

【0073】樹脂膜31A和31B優選僅僅具有由PET的膜形成的層，或由PET的膜形成的層與由熱封樹脂形成的層的層疊體。

【0074】被覆層30的厚度沒有特別限定，可以設定為適當任意的厚度。

【0075】電池用斷熱材1優選即使為施加了來自外部的應力的狀態，也具有規定的殘留應力率和殘留應力。本實施方式中，電池用斷熱材1在將施加100N的應力的壓縮時間為0小時～19小時時滿足下述式(1)的最初的時間設為第1放置時間時，優選由下述式(2)算出的殘留應力率為90%以上，壓縮時間為20小時後的殘留應力為0.34MPa以上。

$$(n\text{小時後的殘留應力}-(n+1)\text{小時後的殘留應力})/1\text{小時}\leq 1 \quad \cdots (1)$$

$$\text{殘留應力率}[\%]=(\text{壓縮時間為20小時後的殘留應力})/(\text{第1放置時間的殘留應力})\times 100 \quad \cdots (2)$$

(其中，式(1)中，n為1～19的整數。)

【0076】殘留應力率更優選為91%以上，進一步優選為93%以上。壓縮時間為20小時後的殘留應力更優選為0.35MPa以上，進一步優選為0.40MPa以上。

【0077】殘留應力率為使用精密萬能試驗機，將電池用斷熱材1切斷成規定

的大小的試驗體，以規定的壓縮速度(例如，0.5mm/min)壓縮試驗體，在負荷成為100N的時點停止壓縮。保持該狀態，測定第1放置時間和20小時後的應力，由上述式(2)，算出殘留應力率。

【0078】 將壓縮時間與殘留應力的關係的一例顯示於圖4。另外，圖4中，在對於電池用斷熱材1施加規定的應力(例如，100N)時，即，壓縮時間為0小時時的殘留應力 RS_{MAX} 成為最大。圖4所示那樣，壓縮時間越長，殘留應力越降低，殘留應力的降低比例表示壓縮應力的緩和比例。是指在由第1放置時間 $T1$ 時的殘留應力 $RS1$ 與壓縮時間為20小時後的殘留應力 $RS2$ 求得的殘留應力率為90%以上時，在從第1放置時間 $T1$ 起20小時後的殘留應力的降低比例被抑制得低。因此，在電池用斷熱材1以夾持於電池單元間的狀態而固定於筐體內來構成非水電解質二次電池的情況下，電池用斷熱材1能夠對於電池單元長期穩定地施加壓力。

【0079】 電池用斷熱材1可以採用由上述式(2)算出殘留應力率的方法以外的方法，評價殘留應力率。作為其它評價方法，例如，可以使用在 $23^{\circ}C \pm 3^{\circ}C$ 的環境下，以施加0.34MPa的壓縮負荷的方式，持續規定期間(例如，30天)以載置重物，由電池用斷熱材1的厚度的變化率是否為規定值(例如，3%)以下來進行評價的方法等。

【0080】 接下來，對於電池用斷熱材1的製造方法進行說明。

【0081】 首先，在壓縮調整層10的一方的主面上層疊斷熱層20之後，在與壓縮調整層10的斷熱層20側相反側的主面層疊樹脂膜31A，在與斷熱層20的壓縮調整層10側相反側的主面層疊樹脂膜31B，形成層疊體(層疊工序)。

【0082】 樹脂膜31A和31B以在壓縮調整層10和斷熱層20的俯視時，具有樹脂膜31A和31B的緣與壓縮調整層10和斷熱層20的緣相比位於外側的大小的方式而成型。

【0083】 接下來，使層疊體的樹脂膜31A的緣與樹脂膜31B的緣進行熱溶著

(溶著工序)。

【0084】 由此，獲得壓縮調整層10和斷熱層20被密閉於被覆層30的內部的狀態而被密封的電池用斷熱材1。

【0085】 電池用斷熱材1具備壓縮調整層10和斷熱層20，使壓縮調整層10的厚度相對於斷熱層20的厚度的比超過0.5且小於4.5，使相對於壓縮調整層10的壓縮前的厚度，沿厚度方向以25%～70%的範圍內的任一比例被壓縮而應變時的壓縮應力為0.34MPa～3.45MPa。由此，電池用斷熱材1能夠提高對於來自外部的應力的柔軟性，並且將導熱率維持得低。由此，在電池用斷熱材1夾持於電池單元間的狀態而固定於筐體內來構成非水電解質二次電池的情況下，電池用斷熱材1能夠對於電池單元的膨脹發揮優異的緩衝性，並且能夠具有高斷熱性。

【0086】 一般而言，非水電解質二次電池所具備的電池單元中，充放電時，電池單元的內壓發生變化，沿電池單元其厚度方向膨脹和伸縮並變形。即，電池單元中，一般而言，藉由在充電時，溫度上升，氣體發生，電極中的結晶變化等發生，從而內壓與放電時相比上升。由於該電池單元的內壓變化，電池單元發生膨脹和收縮。特別是，大量層疊有電池單元的鋰離子二次電池中，配置於內部的電池單元難以放熱，電池單元的膨脹和收縮的變形程度增大，抑制變形困難。與此相對，本實施方式中，電池用斷熱材1藉由一邊使壓縮調整層10相對於斷熱層20保持規定的厚度，一邊具有與斷熱層20相比低的壓縮應力，從而能夠相對於來自外部的應力而柔軟地變形以發揮緩衝效果，並且能夠提高斷熱性。

【0087】 電池用斷熱材1能夠具備至少被覆斷熱層20的被覆層30。由此，電池用斷熱材1能夠將斷熱層20至少密封於被覆層30內。在斷熱層20包含無機粒子等的情況下，由斷熱層20的切斷面，無機粒子等的脫落易於發生，因此需要防止該情況。電池用斷熱材1藉由將斷熱層20至少密封於被覆層30內，對於斷熱層20的斷面被被覆層30包圍，即使在斷熱層20包含無機粒子等的情況下，也能夠方便

地降低由斷熱層20的切斷面，無機粒子等的脫落。此外，電池用斷熱材1藉由抑制從斷熱層20的無機粒子等的脫落，從而能夠抑制斷熱層20的劣化，由此能夠更確實地維持電池單元的斷熱性。

【0088】電池用斷熱材1能夠在斷熱層20中包含鍛製二氧化矽、膠態二氧化矽、沉降二氧化矽和二氧化矽氣凝膠的至少一者。鍛製二氧化矽、膠態二氧化矽和二氧化矽氣凝膠能夠作為無機粒子使用，具有抑制熱輻射的性質，並且具有比其它無機粒子高的柔軟性。因此，電池用斷熱材1藉由在斷熱層20中作為無機粒子包含鍛製二氧化矽、膠態二氧化矽、沉降二氧化矽和二氧化矽氣凝膠的至少一者，從而斷熱層20能夠確實地發揮斷熱性，由此能夠更確實地斷熱由電池單元產生的熱。此外，藉由提高斷熱層20的柔軟性，從而電池用斷熱材1能夠進一步提高緩衝性。

【0089】電池用斷熱材1能夠在將施加100N的應力的壓縮時間為0小時～19小時時滿足上述式(1)的最初的時間設為第1放置時間時，由上述式(2)算出的殘留應力率為90%以上，從而能夠使壓縮時間為20小時後的殘留應力成為0.34MPa以上。以往的具備壓縮調整層的電池用斷熱材中，如果非水電解質二次電池具備電池用斷熱材，長期使用，則存在由於劣化而緩衝性能降低，導致壓力的降低的可能性。例如，在電池用斷熱材沿厚度方向的位移為0.94mm，且電池用斷熱材的壓縮應力為1MPa的情況下，電池用斷熱材以規定的比例(例如， 1.8×10^{-7} mm/min)沿厚度方向被壓縮。在該情況下，壓縮調整層壓縮緩和而壓縮調整層的壓縮應力降低的傾向高。因此，為了對於非水電解質二次電池所具備的電池單元長期穩定地施加規定的壓力，期望即使長期使用非水電解質二次電池之後，電池用斷熱材所具備的壓縮調整層也具有更高的壓縮應力。本實施方式中，電池用斷熱材1能夠使由上述式(2)算出的殘留應力率為90%以上，壓縮時間為20小時後的殘留應力為0.34MPa以上。因此，藉由非水電解質二次電池具備電池用斷熱材1，

長期使用非水電解質二次電池，從而即使電池用斷熱材1的壓縮調整層10的殘留應力降低，也能夠抑制殘留應力的緩和，因此能夠對於電池單元施加壓力的同時發揮充分的緩衝性。由此，電池用斷熱材1能夠固定電池單元的同時對於電池單元的膨脹長期穩定地發揮優異的緩衝性。

【0090】 另外，壓縮時間為第1放置時間或20小時後的殘留應力例如，能夠準備將壓縮調整層10切斷成規定的大小的試驗體，使用精密萬能試驗機來測定。使用精密萬能試驗機，將準備的試驗體以規定的壓縮速度(例如，0.5mm/min)壓縮試驗體，在負荷成為100N的時點停止壓縮。藉由保持該狀態，測定壓縮時間為第1放置時間或20小時時的殘留應力，從而求出壓縮時間為第1放置時間或20小時後的殘留應力。

【0091】 此外，電池用斷熱材1即使在具有僅僅由斷熱層20形成的單層結構的情況下和具有包含壓縮調整層10和斷熱層20的多層結構的情況下的任一情況下，使施加100N的應力的壓縮時間為0小時～19小時時滿足上述式(1)的最初的時間設為第1放置時間時，由上述式(2)算出的殘留應力率為90%以上，壓縮時間為20小時後的殘留應力為0.34MPa以上。由此，電池用斷熱材1在應用於非水電解質二次電池時，即使長期使用非水電解質二次電池，也抑制壓縮調整層10的殘留應力的降低，抑制殘留應力的緩和，從而能夠對於電池單元施加壓力的同時，對於電池單元的膨脹，長期穩定地發揮優異的緩衝性。即，以往的具備壓縮調整層的電池用斷熱材中，上述那樣，如果非水電解質二次電池具備電池用斷熱材，被長期使用，則存在由於劣化而緩衝性能降低，導致壓力的降低的可能性。例如，在電池用斷熱材沿厚度方向的位移為0.94mm，且電池用斷熱材的壓縮應力為1MPa的情況下，電池用斷熱材以規定的比例(例如， 1.8×10^{-7} mm/min)沿厚度方向被壓縮。在該情況下，壓縮調整層壓縮緩和而壓縮調整層的壓縮應力降低的傾向高。因此，為了對於非水電解質二次電池所具備的電池單元長期穩定地施加規定

的壓力，即使長期使用非水電解質二次電池之後，電池用斷熱材所具備的壓縮調整層具有更高的壓縮應力是重要的。本實施方式中，電池用斷熱材1使由上述式(2)算出的殘留應力率為90%以上，使壓縮時間為20小時後的殘留應力為0.34MPa以上。由此，即使非水電解質二次電池具備電池用斷熱材1，長期使用非水電解質二次電池，也能夠抑制電池用斷熱材1的壓縮調整層10的殘留應力的降低比例，抑制殘留應力的緩和，由此能夠維持對於電池單元施加壓力的狀態並且具有充分的緩衝性。由此，電池用斷熱材1能夠對於電池單元施加壓力的同時，對於電池單元的膨脹長期穩定地發揮優異的緩衝性。

【0092】 電池用斷熱材1如上述那樣，具有優異的緩衝性和高斷熱性，由此能夠作為非水系電解質二次電池，特別是鋰離子二次電池的鋰離子二次電池用斷熱構件而有效地使用。藉由使用電池用斷熱材1作為非水系電解質二次電池的斷熱構件，從而非水系電解質二次電池能夠將充放電特性更長地維持，由此能夠延長壽命。

【0093】 另外，本實施方式中，電池用斷熱材1可以將壓縮調整層10和斷熱層20的一者利用壓縮調整層10和斷熱層20的另一者沿電池用斷熱材1的厚度方向(Z軸向)層疊並夾入。例如，圖5所示那樣，電池用斷熱材1可以在斷熱層20的上方的面具備壓縮調整層10。在該情況下，壓縮調整層10和斷熱層20的兩者可以被被覆層30被覆。

【0094】 此外，圖6所示那樣，電池用斷熱材1可以在壓縮調整層10的上面10a和下面10b分別具備斷熱層20，將壓縮調整層10利用斷熱層20夾持的構成。即使在該情況下，壓縮調整層10和斷熱層20的兩者可以被被覆層30被覆。

【0095】 本實施方式中，電池用斷熱材1可以將壓縮調整層10和斷熱層20沿電池用斷熱材1的厚度方向(Z軸向)複數層疊，壓縮調整層10和斷熱層20交替地層疊而構成。例如，電池用斷熱材1可以將壓縮調整層10和斷熱層20作為一組以2段

構成，在電池用斷熱材1的厚度方向(Z軸向)上，以壓縮調整層10、斷熱層20、壓縮調整層10和斷熱層20的4層層疊而構成。

【0096】 此外，電池用斷熱材1可以在電池用斷熱材1的厚度方向(Z軸向)上，壓縮調整層10、斷熱層20、壓縮調整層10、斷熱層20和壓縮調整層10的5層層疊而構成，可以斷熱層20、壓縮調整層10、斷熱層20、壓縮調整層10和斷熱層20的5層層疊而構成。

【0097】 本實施方式中，圖7所示那樣，電池用斷熱材1可以僅僅將斷熱層20用被覆層30被覆。在該情況下，在壓縮調整層10和被覆層30之間設置接著層40。作為接著層40，能夠使用電池用斷熱材所使用的一般的接著劑、兩面帶等。電池用斷熱材1在斷熱層20的上方和下方的兩面具備壓縮調整層10，僅僅將斷熱層20用被覆層30被覆的情況下，各個壓縮調整層10和被覆層30之間設置接著層40。

【0098】 <非水系電解質二次電池>

對於將本實施方式涉及的電池用斷熱材1應用於非水系電解質二次電池的情況進行說明。作為非水系電解質二次電池，可舉出鋰離子二次電池、鎳-氫二次電池、鎳-鎘二次電池、聚合物二次電池等。本實施方式中，對於非水系電解質二次電池為鋰離子二次電池的情況進行說明。

【0099】 圖8為表示鋰離子二次電池的一例的立體圖，圖9為鋰離子二次電池的部分斷面圖。圖8所示那樣，鋰離子二次電池50具備複數(圖8中4個)的電池單元51、複數的電池用斷熱材(以下，簡稱為斷熱材)52和筐體53，將複數的電池單元51隔著斷熱材52在筐體53內，沿電池單元51的厚度方向來配置。

【0100】 電池單元具備正極、負極、非水系電解質(例如，非水系電解液或固體電解質)和電池殼體以及根據需要的隔板，在電池殼體的內部收容有正極、負極和非水系電解質、以及根據需要的隔板。複數的電池單元51的形狀沒有特別限定，圖8所示那樣，可以各自具有大致長方體的形狀。複數的電池單元51沿厚

度方向，彼此隔開間隔而對置的方式來配置。複數的電池單元51沿其厚度方向，彼此隔開間隔而配置。

【0101】 另外，電池單元51的數目沒有特別限定，能夠根據電池單元51和筐體53的大小等適當設定，可以為1個～3個，也可以為5個以上。

【0102】 圖9所示那樣，複數的斷熱材52各自在電池單元51的厚度方向上，以複數的電池單元51彼此之間，電池單元51彼此的對面51a相接的方式而配置。斷熱材52的溶著部52a以與筐體53的內面相接的方式而配置。斷熱材52抑制電池單元51彼此之間的熱的傳導。斷熱材52將壓縮調整層521和斷熱層522依次層疊而具備，可以具備被覆壓縮調整層521和斷熱層522的被覆層523。被覆層523可以由一對樹脂膜523A和523B形成。壓縮調整層521、斷熱層522和被覆層523與上述的電池用斷熱材1的壓縮調整層10、斷熱層20和被覆層30同樣，因此詳細情況省略。

【0103】 另外，本實施方式中，壓縮調整層521以與一方的電池單元51(圖9中，厚度方向的右側的電池單元51)對置的方式來配置，和斷熱層522與另一方的電池單元51(圖9中，厚度方向的左側的電池單元51)對置的方式來配置，但是可以反向。此外，圖5所示那樣，斷熱材52在斷熱層522的兩者的主面配置有壓縮調整層521的情況下，以在兩者的電池單元51上壓縮調整層521對置的方式而配置。

【0104】 筐體53收容複數的電池單元51和斷熱材52。筐體53的形狀只要能夠收容複數的電池單元51和斷熱材52，就沒有特別限定，可以具有大致長方體的形狀。

【0105】 鋰離子二次電池50中，藉由在電池單元51彼此之間配置斷熱材52，從而一電池單元51與其它電池單元51相比變得高溫，膨脹的情況下，斷熱材52的壓縮調整層被壓縮而吸收一電池單元51的膨脹，斷熱材52的斷熱層幾乎沒有壓縮，能夠維持斷熱性，因此能夠降低對於其它電池單元51的影響。

【0106】變得高溫，膨脹的電池單元51;劣化而膨脹的電池單元51;劣化的斷熱材52可以適當更換為新的電池單元51或斷熱材52。

【0107】鋰離子二次電池50在複數的電池單元51彼此之間具備斷熱材52，因此對於電池單元51的膨脹發揮優異的緩衝性，並且能夠具有高斷熱性。因此，鋰離子二次電池50能夠抑制電池單元51的破損的同時安全地使用。因此，使用了電池用斷熱材1的鋰離子二次電池50具有上述那樣的特性，因此能夠適合用於電動汽車(EV)、混合動力汽車(HV)、插電式混合動力汽車(PHV)的電動車輛、便攜終端、便攜電話和筆記本型個人電腦等便攜電子設備、可穿戴設備等。

實施例

【0108】以下，示例以進一步具體地說明實施方式，但是實施方式不限定於這些例子。

【0109】＜斷熱材的製造＞

〔例1〕

(斷熱層1的製造)

將親水性鍛製二氧化矽粒子(「AEROSIL(註冊商標) 380」、日本Aerosil公司製，平均一次粒徑：約 $7\mu\text{m}$ ，BET比表面積： $380\text{m}^2/\text{g}$)21質量份、作為無機纖維的玻璃纖維(「CS 25K-871」，日東紡績公司製，平均徑： $13\mu\text{m}$ ，平均纖維長： 25mm)4質量份預先用手解散並將纖維開纖的產物放入塑料袋，以均勻地分散的方式混合。接下來，將所得的混合粉體投入由紙、無紡織物、布、織物製成的透氣性良好的袋中，將擠壓了內含物的粉體的成型物的密度成為 $0.25\text{g}/\text{cm}^3$ 的片狀的方式利用壓製機進行壓縮成型，製作出作為將含有親水性鍛製二氧化矽、玻璃纖維的混合物進行了成型的成型體的斷熱材(斷熱層)。另外，所得的斷熱材(斷熱層)的厚度為 3.3mm ，密度為 $0.25\text{g}/\text{cm}^3$ 。

此外，將斷熱層1的壓縮彈性模量壓縮應力使用以下的壓縮調整層的壓縮彈

性模量壓縮應力的測定方法進行測定，結果25%壓縮狀態下的壓縮應力為0.23MPa。

【0110】（壓縮調整層的製造）

將聚丙烯(PP)發泡體(PP3倍發泡片(PAULOWNIA(註冊商標)，三井化學Tohcello公司製，厚度5mm)切斷為與製作的斷熱層1相同尺寸，獲得了壓縮調整層。另外，利用以下方法測定壓縮調整層的壓縮應力。另外，測定壓縮應力為25%壓縮狀態下的壓縮應力。

((壓縮應力))

將斷熱層1以10mm見方的指定厚度進行切斷的產物作為試驗體，使用精密萬能試驗機(自動繪圖器AGS-5kNX，株式會社島津製作所製)，以壓縮速度0.5mm/min測定將試驗體25%壓縮時的壓縮應力。

【0111】（斷熱材的製造）

將上述那樣準備的壓縮調整層和斷熱層進行層疊，獲得了圖2所示那樣的斷熱材。

【0112】（壓縮調整層的厚度相對於斷熱層的厚度的比）

斷熱層1和壓縮調整層的厚度為將斷熱層1和壓縮調整層的斷面利用塞尺(數字測厚計JAN-257，測頭Φ20，尾崎製作所製)進行測定。壓縮調整層的厚度相對於斷熱層1的厚度的比(壓縮調整層的厚度/斷熱層1的厚度)為約1.5(=5mm/3.3mm)。

【0113】 將壓縮調整層的種類、厚度和25%壓縮狀態下的壓縮應力顯示於表1，將斷熱層的種類、成分、類型、厚度和層數顯示於表2，將斷熱材的構成、總厚度、壓縮調整層的厚度相對於斷熱層的厚度的比顯示於表3。

【0114】〔例2〕

例1中，作為壓縮調整層，使用了將硬質聚氨酯泡沫(FL140HM，日清紡化學

公司製，8倍發泡，厚度15mm)切斷為7.2mm厚度的壓縮調整層。而且，作為斷熱層，代替斷熱層1，使用了變更了以下的配合成分的配合量和壓縮成型條件的斷熱層2。

(斷熱層2的製造)

將包含親水性鍛製二氧化矽粒子(「AEROSIL(註冊商標) 380」，日本Aerosil公司製，平均一次粒徑：約7 μ m，BET比表面積：380m²/g)21質量份、作為無機纖維的玻璃纖維(「CS 25K-871」，日東紡績公司製，平均徑：13 μ m，平均纖維長：25mm)4質量份、乙酸83質量份以及水17質量份的混合溶劑以使稠度成為50～90的方式進行了混合。此外，對於所得的混合液，利用後述的稠度測定的方法進行了評價。接下來，將所得的混合液以使厚度成為3.8mm的方式塗佈於基材以形成塗佈膜。進一步，塗佈膜以使厚度2mm且密度成為0.3～0.5g/cm³的片狀的方式利用熱壓機進行了壓縮成型之後，在100℃，乾燥10分鐘，製作出作為將含有親水性鍛製二氧化矽、玻璃纖維的混合物進行了成型的成型體的斷熱材(斷熱層)。另外，所得的斷熱材(斷熱層)的厚度為1.8mm，密度為0.31g/cm³。此外，使用上述的壓縮調整層的壓縮應力的測定方法以測定斷熱層2的壓縮應力，結果25%壓縮狀態下的壓縮應力為2.04MPa。

【0115】(稠度測定)

關於由例1、2獲得的斷熱層的混合液，按照日本產業標準JIS K 2220：2013「潤滑脂 -第7部：稠度試驗方法」所記載的內容，作為「不混合稠度」測定稠度。具體而言，準備使圓錐的秤砣降下時秤砣沒有接觸的程度的大小的秤，在其中填充混合液，配置於安裝有秤砣的日化nikka-engineering製PENETRO METER。接下來調節秤砣的位置，設定於秤砣與混合液接觸的位置，將該位置設為0點。而且，在室溫(25℃)的條件下，使秤砣5秒(±0.1秒)降下，算出侵入至混合液的秤砣的深度(mm)×10作為稠度。另外，圓錐的秤砣為日本產業標準所規定的標準圓

錐，將總質量為102.5g的產物使用了秤砣的保持具的質量為 47.5 ± 0.05 g的秤砣。

【0116】〔例3〕

例1中，作為壓縮調整層，使用180℃的熱壓機，將玻璃棉(未固化羊毛(600g/m²)，Asahi Fiber Glass公司製)加熱10分鐘，使玻璃棉中的樹脂熱固化，使用了將壓縮成型為3mm厚度的片切斷成2mm厚度的產物。與例1同樣製作出2mm厚度的斷熱層1。除此以外，與例1同樣地進行操作，製作出電池用斷熱材。

【0117】〔例4〕

例3中，將斷熱層1的厚度變更為1mm，在壓縮調整層的上面和下面的兩面層疊斷熱層1，製作出圖6所示那樣的3層的斷熱材層疊體，除此以外，與例3同樣地進行操作，製作出電池用斷熱材。

【0118】〔例5〕

例1中，作為壓縮調整層，使用了聚丙烯(PP)製一體擠出中空結構板(single cone(註冊商標)，TSC-5-1204BK，宇部Exsymo公司製，厚度5.2mm)，除此以外，與例3同樣地進行操作，製作出電池用斷熱材。

【0119】〔例6〕

例1中，作為壓縮調整層，將改性聚苯醚(PPE)發泡珠(Sunforce(註冊商標)，旭化成公司製)的改性PPE發泡體(10倍發泡，厚度7mm)切斷為5mm厚度。作為斷熱層，將由例2所示的方法製作的斷熱層2成為2mm厚度。除此以外，與例1同樣地進行操作，製作出電池用斷熱材。

【0120】〔例7〕

例3中，作為壓縮調整層，將改性聚苯醚(PPE)發泡珠(Sunforce(註冊商標)，旭化成公司製)的改性PPE發泡體(7倍發泡，厚度7mm)切斷為2mm厚度，除此以外，與例3同樣地進行操作，製作出電池用斷熱材。

【0121】〔例8〕

例1中，將層壓有厚度12 μm 的聚酯膜和厚度1mm聚乙烯膜的膜2張以使聚乙烯側處於內側來覆蓋由例1製作的電池用斷熱材，將膜的兩端用熱封機封閉。除此以外，與例1同樣地進行操作，製作出電池用斷熱材。

【0122】〔例9〕

例1中，作為壓縮調整層，使用180 $^{\circ}\text{C}$ 的熱壓機，將玻璃棉(未固化羊毛(700g/m²), Asahi Fiber Glass公司製)加熱10分鐘，使玻璃棉中的樹脂熱固化，使用了壓縮成型為3.6mm厚度的片。與例1同樣地操作製作出2.4mm厚度的斷熱層1。除此以外，與例1同樣地進行操作，製作出電池用斷熱材。

【0123】〔例10〕

例9中，將斷熱層1的厚度變更為1.2mm，在壓縮調整層的上面和下面的兩面層疊斷熱層1，製作出圖6所示那樣的3層的斷熱材層疊體，除此以外，與例9同樣地進行操作，製作出電池用斷熱材。

【0124】〔例11〕

例9中，作為斷熱層，使用了2.4mm厚度的斷熱層2，除此以外，與例9同樣地進行操作，製作出電池用斷熱材。

【0125】〔例12〕

例11中，將斷熱層2的厚度變更為1.2mm，在壓縮調整層的上面和下面的兩面層疊斷熱層2，製作出圖6所示那樣的3層的斷熱材層疊體，除此以外，與例11同樣地進行操作，製作出電池用斷熱材。

【0126】〔例13〕

例11中，作為壓縮調整層，將玻璃棉(未固化羊毛(600g/m²), Asahi Fiber Glass公司製)2張重疊，使用180 $^{\circ}\text{C}$ 的熱壓機，加熱10分鐘，使玻璃棉中的樹脂熱固化，使用了壓縮成型為3.6mm厚度的片，除此以外，與例11同樣地進行操作，製作出電池用斷熱材。

【0127】〔例14〕

例13中，將斷熱層2的厚度變更為1.2mm，在壓縮調整層的上面和下面的兩面層疊斷熱層2，製作出圖6所示那樣的3層的斷熱材層疊體，除此以外，與例13同樣地進行操作，製作出電池用斷熱材。

【0128】〔例15〕

例1中，不具備壓縮調整層，僅僅使用了由例1製作的2mm厚度的斷熱層1，除此以外，與例1同樣地進行操作，製作出電池用斷熱材。

【0129】〔例16〕

例2中，不具備壓縮調整層，使由例2製作的將斷熱層2的厚度為2.0mm，形成了斷熱層，除此以外，與例2同樣地進行操作，製作出電池用斷熱材。

【0130】〔例17〕

例3中，作為壓縮調整層，使用了乙烯-丙烯-二烯橡膠(EPDM)製發泡密封材(EPT_Sealer(註冊商標)EE-1000，厚度5mm，日東電工公司製)，除此以外，與例3同樣地進行操作，製作出電池用斷熱材。

【0131】〔例18〕

例3中，作為壓縮調整層，將壓縮成型為3mm厚度的片切斷為2.5mm的厚度和2mm的厚度的產物2張重疊，切斷為4.5mm厚度。作為斷熱層，與例3同樣將斷熱層2切斷為1.0mm厚度。除此以外，與例3同樣地進行操作，製作出電池用斷熱材。

【0132】〔例19〕

例18中，將斷熱層2的厚度變更為0.5mm，在壓縮調整層的上面和下面的兩面層疊斷熱層2，製作出圖6所示那樣的3層的斷熱材層疊體，除此以外，與例18同樣地進行操作，製作出電池用斷熱材。

【0133】〔例20〕

例6中，作為壓縮調整層，將由例3製作的3mm厚度的壓縮成型的片切斷為1mm厚度。作為斷熱層，使用了由例6顯示的方法製作的2mm厚度的斷熱層2。除此以外，與例6同樣地進行操作，製作出電池用斷熱材。

【0134】〔例21〕

例20中，將斷熱層2的厚度變更為1.0mm，在壓縮調整層的上面和下面的兩面層疊斷熱層2，製作出圖6所示那樣的3層的斷熱材層疊體，除此以外，與例20同樣地進行操作，製作出電池用斷熱材。

【0135】〔例22〕

例6中，作為壓縮調整層，將改性PPE發泡珠(Sunforce(註冊商標)，旭化成公司製)的改性PPE發泡體(5倍發泡，厚度7mm)切斷為2.0mm厚度，除此以外，與例6同樣地進行操作，製作出電池用斷熱材。

【0136】〔例23〕

例3中，作為壓縮調整層，使用了將無機質系發泡體(TalboCell，厚度15mm，產寶高分子公司製)在23℃壓縮成型為3.0mm厚度的片，除此以外，與例3同樣地進行操作，製作出電池用斷熱材。

【0137】〔例24〕

例6中，作為壓縮調整層，使用了PP製壓紋成型片(core cone(註冊商標)，厚度4.5mm，宇部Exsymo公司製)，除此以外，與例6同樣地進行操作，製作出電池用斷熱材。

【0138】〔例25〕

例6中，作為壓縮調整層，使用了阻燃聚對苯二甲酸乙二醇酯(PET)發泡體((BALTEX(註冊商標)T90.150，AIREX公司製)，7倍發泡，厚度5mm)，除此以外，與例6同樣地進行操作，製作出電池用斷熱材。

【0139】〔例26〕

例6中，作為壓縮調整層，使用了阻燃聚對苯二甲酸乙二醇酯(PET)發泡體((BALTEX(註冊商標)T90.100，AIREX公司製)，9倍發泡，厚度5mm)，除此以外，與例6同樣地進行操作，製作出電池用斷熱材。

【0140】〔例27〕

例6中，作為壓縮調整層，使用了聚對苯二甲酸乙二醇酯(PET)發泡體((BALTEX(註冊商標)T92.60，AIREX公司製)，15倍發泡，厚度5mm)，除此以外，與例6同樣地進行操作，製作出電池用斷熱材。

【0141】〔例28〕

例13中，作為壓縮調整層，使用180℃的熱壓機，將玻璃棉(未固化羊毛(1556g/m²)，Central Glass fiber公司製)加熱10分鐘，使玻璃棉中的樹脂熱固化，使用了壓縮成型為3.6mm厚度的片，除此以外，與例13同樣地進行操作，製作出電池用斷熱材。

【0142】〔例29〕

例6中，作為壓縮調整層，使用了氨基甲酸酯發泡體((Nippalay(註冊商標)，日本發條公司製)的EH48(密度0.48g/cm³，厚度4.3mm)，除此以外，與例6同樣地進行操作，製作出電池用斷熱材。

【0143】〔例30〕

例6中，作為壓縮調整層，使用了氯丁橡膠發泡體(gum sponge(註冊商標)，INOAC CORPORATION公司製)的C-4600(密度0.3g/cm³，厚度3.3mm)，除此以外，與例6同樣地進行操作，製作出電池用斷熱材。

【0144】〔例31〕

例6中，作為壓縮調整層，使用了丁苯橡膠發泡體(green gum，keihan工業公司製)的KS-120(密度0.26g/cm³，厚度3.8mm)，除此以外，與例6同樣地進行操作，製作出電池用斷熱材。

【0145】 ((殘留應力))

將壓縮調整層以10mm見方的指定厚度進行切斷的產物作為試驗體，使用精密萬能試驗機(自動繪圖器AGS-5kNX，株式會社島津製作所製)，以壓縮速度0.5mm/min壓縮試驗體，在被25%壓縮的時點停止壓縮，放置20小時。而且測定20小時後的應力，將該應力設為殘留應力，利用下述式(V)，測定在25%壓縮狀態下放置20小時後的殘留應力。

【0146】 ((殘留應力的推定方法))

例示地，使用由例28製作的電池用斷熱材，進行87600小時後的殘留應力的推定。按照上述步驟，製作出應力緩和率(%)和經過時間的圖。將例28的電池用斷熱材的應力緩和率(%)與經過時間的關係顯示於圖10。圖10所示那樣，以近似曲線的選項選擇對數近似，圖中顯示數式，則獲得下述式(V)。

$$y = -1.731 \ln(x) + 85.673 \quad \dots (V)$$

【0147】 87600小時後的應力緩和率(%)為在x中代入87600，從而獲得了66%。例28的壓縮調整層的初始的25%狀態下的壓縮應力為2.50MPa，由此藉由將2.50MPa與66%相乘，從而獲得了87600小時後的殘留應力推定值1.65MPa。

【0148】 <評價>

測定各例的斷熱材的導熱率、緩衝性、殘留應力率和20小時後的殘留應力。將這些的測定結果顯示於表4。

【0149】 (導熱率)

導熱率按照「JIS A 1412-1：2016 熱絕緣材的熱電阻和導熱率的測定方法-第2部：熱流計法(HFM法)」，測定80℃，2MPa下的導熱率。將電池用斷熱材切斷為20mm×20mm的大小，製作出樣品。準備樣品、參照試樣(矽酸鈣板(「Hirac」，A&A Material公司製，厚度5mm，0.22W/(m·K))、鋁板(「A1060P」，厚度0.2mm)。

接下來，在氣壓壓製機(井元製作所公司製)的下盤面上，從上起，以熱電偶1(熱電偶K類型(SCHS1-0)， $\phi=0.15$ ，種類JIS1，CHINO公司製)，鋁板、電池用斷熱材、鋁板、熱電偶2(熱電偶K類型(SCHS1-0)， $\phi=0.15$ ，種類JIS1，CHINO公司製)、參照試樣、熱電偶3(熱電偶K類型(SCHS1-0)， $\phi=0.15$ ，種類JIS1，CHINO公司製)的順序夾持以使各構件密合。上盤被加溫至80℃，下盤被加溫至35℃的壓製機的負荷成為800N(相當於2MPa)的方式進行了調整後，加壓。在被加溫加壓的狀態下，繼續測定直至熱電偶的檢測溫度成為穩定。另外，溫度成為穩定，是指10分鐘時間前後的溫度變化成為 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 以內。由溫度穩定後的各熱電偶的檢測溫度與電池用斷熱材的壓縮時的厚度，標準試樣的導熱率與厚度，將電池用斷熱材的導熱率 k_1 由下式(I)求出。將導熱率為0.010W/(m·K)以上，0.080W/(m·K)以下的範圍時評價為良好。

$$k_1 = k_2 \times (L_1 \times \Delta T_1) / (L_2 \times \Delta T_2) \quad \cdot \cdot \cdot \text{(I)}$$

(式中， k_1 為電池用斷熱材1的導熱率 [W/(m·K)]， k_2 為參照試樣的導熱率 [W/(m·K)]， L_1 為電池用斷熱材的加壓時厚度， L_2 為參照試樣的厚度， ΔT_1 為第2熱電偶的溫度與第3熱電偶的溫度的溫度差， ΔT_2 為第1熱電偶的溫度與第2熱電偶的溫度的溫度差。)

【0150】(緩衝性)

使用精密萬能試驗機(自動繪圖器AGS-5kNX，株式會社島津製作所製)，測定以壓縮速度0.5mm/min將試驗體壓縮時的壓縮應力為0.34MPa和3.45MPa時的變形距離。而且，由下述式(II)，算出壓縮應力為0.34MPa～3.45MPa的範圍內的位移量(0.34MPa～3.45MPa位移域)。將該位移量作為0.34MPa～3.45MPa位移域中的緩衝性進行了評價。0.34MPa～3.45MPa位移域超過30%時評價為良好，30%以下時評價為不良。

$$0.34\text{MPa} \sim 3.45\text{MPa} \text{ 位移域 } [\%] = (3.45\text{MPa} \text{ 時的變形距離} / \text{試驗體厚})$$

度) $\times 100\%$ -(0.34MPa時的變形距離/試驗體厚度) $\times 100\%$. . . (II)

【0151】 (殘留應力率)

準備將電池用斷熱材以10mm見方的指定厚度進行了切斷的產物作為試驗體。使用精密萬能試驗機(自動繪圖器AGS-5kNX，株式會社島津製作所製)，以壓縮速度0.5mm/min將試驗體進行壓縮，在負荷成為100N的時點停止壓縮。而且，將施加100N的應力的壓縮時間為0小時～19小時時滿足下述式(1)的最初的時間設為第1放置時間，測定第1放置時間和20小時後的應力，利用下述式(2)算出殘留應力率。

殘留應力率為90%以上時，評價為良好，小於90%時，評價為不良。

$$(n\text{小時後的殘留應力}-(n+1)\text{小時後的殘留應力})/1\text{小時}\leq 1 \quad \cdot \cdot \cdot (1)$$

$$\text{殘留應力率}〔\%〕=(\text{壓縮時間為20小時後的殘留應力})/(\text{第1放置時間的殘留應力})\times 100 \quad \cdot \cdot \cdot (2)$$

【0152】 (20小時後的殘留應力)

準備將電池用斷熱材以10mm見方的指定厚度進行了切斷的產物作為試驗體。使用精密萬能試驗機(自動繪圖器AGS-5kNX，株式會社島津製作所製)，以壓縮速度0.5mm/min壓縮試驗體，在負荷成為100N的時點停止壓縮。直接保持，測定20小時後的殘留應力。20小時後的殘留應力為0.34MPa以上時，評價為良好，小於0.34MPa時，評價為不良。

【0153】 [表1]

	壓縮調整層		
	種類	厚度 [mm]	25%壓縮狀態下的 壓縮應力 [MPa]
例1	PP發泡體(3倍)	5.0	1.18
例2	硬質聚氨酯泡沫(8倍發泡)	7.2	1.35
例3	玻璃棉(600 g/m ²)	2.0	0.53
例4	玻璃棉(600 g/m ²)	2.0	0.53
例5	PP製一體擠出中空結構板	5.0	0.95
例6	改性PPE發泡體(10倍發泡)	5.0	1.23
例7	改性PPE發泡體(7倍)	2.0	1.95
例8	PP發泡體(3倍)	5.0	1.18
例9	玻璃棉(700 g/m ²)	3.6	0.50
例10	玻璃棉(700 g/m ²)	3.6	0.50
例11	玻璃棉(700 g/m ²)	3.6	0.50
例12	玻璃棉(700 g/m ²)	3.6	0.50
例13	玻璃棉(1200 g/m ²)	3.6	0.98
例14	玻璃棉(1200 g/m ²)	3.6	0.98
例15	無	—	—
例16	無	—	—
例17	EPDM製發泡密封材(10倍發泡)	5.0	0.01
例18	玻璃棉(600 g/m ²)	4.5	0.53
例19	玻璃棉(600 g/m ²)	4.5	0.53
例20	玻璃棉(600 g/m ²)	1.0	0.53
例21	玻璃棉(600 g/m ²)	1.0	0.53
例22	改性PPE發泡體(5倍發泡)	2.0	5.00
例23	無機質系發泡體	3.0	0.06
例24	PP製壓紋成型片	4.5	2.70
例25	阻燃PET發泡體(7倍發泡)	5.0	1.43
例26	阻燃PET發泡體(9倍發泡)	5.0	1.65
例27	PET發泡體(15倍發泡)	5.0	0.30
例28	玻璃棉(1556 g/m ²)	3.6	1.80
例29	氨基甲酸酯發泡體(密度 0.48 g/cm ³)	4.3	0.40
例30	氯丁橡膠發泡體(密度 0.3 g/cm ³)	3.3	0.31
例31	丁苯橡膠發泡體(密度 0.26 g/cm ³)	3.8	0.23

【0154】 [表2]

	斷熱層						
	種類	成分		類型	厚度 [mm]	25%壓縮狀態下 的壓縮應力 [MPa]	張數
例1	斷熱層1	玻璃纖維	鍛製二氧化矽粒子	低密度類型	3.3	0.23	1
例2	斷熱層2	玻璃纖維	鍛製二氧化矽粒子	高密度類型	1.8	2.04	1
例3	斷熱層1	玻璃纖維	鍛製二氧化矽粒子	低密度類型	2.0	0.23	1
例4	斷熱層1	玻璃纖維	鍛製二氧化矽粒子	低密度類型	1.0	0.23	2
例5	斷熱層1	玻璃纖維	鍛製二氧化矽粒子	低密度類型	2.0	0.23	1
例6	斷熱層2	玻璃纖維	鍛製二氧化矽粒子	高密度類型	2.0	2.04	1
例7	斷熱層1	玻璃纖維	鍛製二氧化矽粒子	低密度類型	2.0	0.23	1
例8	斷熱層1	玻璃纖維	鍛製二氧化矽粒子	低密度類型	3.3	0.23	1
例9	斷熱層1	玻璃纖維	鍛製二氧化矽粒子	低密度類型	2.4	0.23	1
例10	斷熱層1	玻璃纖維	鍛製二氧化矽粒子	低密度類型	1.2	0.23	2
例11	斷熱層2	玻璃纖維	鍛製二氧化矽粒子	高密度類型	2.4	2.04	1
例12	斷熱層2	玻璃纖維	鍛製二氧化矽粒子	高密度類型	1.2	2.04	2
例13	斷熱層2	玻璃纖維	鍛製二氧化矽粒子	高密度類型	2.4	2.04	1
例14	斷熱層2	玻璃纖維	鍛製二氧化矽粒子	高密度類型	1.2	2.04	2
例15	斷熱層1	玻璃纖維	鍛製二氧化矽粒子	高密度類型	2.0	2.04	1
例16	斷熱層2	玻璃纖維	鍛製二氧化矽粒子	低密度類型	2.0	0.23	1
例17	斷熱層1	玻璃纖維	鍛製二氧化矽粒子	低密度類型	2.0	0.23	1
例18	斷熱層2	玻璃纖維	鍛製二氧化矽粒子	高密度類型	1.0	2.04	1
例19	斷熱層2	玻璃纖維	鍛製二氧化矽粒子	高密度類型	0.5	2.04	2
例20	斷熱層2	玻璃纖維	鍛製二氧化矽粒子	高密度類型	2.0	2.04	1
例21	斷熱層2	玻璃纖維	鍛製二氧化矽粒子	高密度類型	1.0	2.04	2
例22	斷熱層1	玻璃纖維	鍛製二氧化矽粒子	低密度類型	2.0	0.23	1
例23	斷熱層1	玻璃纖維	鍛製二氧化矽粒子	低密度類型	2.0	0.23	1
例24	斷熱層2	玻璃纖維	鍛製二氧化矽粒子	高密度類型	2.0	2.04	1
例25	斷熱層2	玻璃纖維	鍛製二氧化矽粒子	高密度類型	2.0	2.04	1
例26	斷熱層2	玻璃纖維	鍛製二氧化矽粒子	高密度類型	2.0	2.04	1
例27	斷熱層2	玻璃纖維	鍛製二氧化矽粒子	高密度類型	2.0	2.04	1
例28	斷熱層2	玻璃纖維	鍛製二氧化矽粒子	高密度類型	2.4	2.04	1
例29	斷熱層2	玻璃纖維	鍛製二氧化矽粒子	高密度類型	2.0	2.04	1
例30	斷熱層2	玻璃纖維	鍛製二氧化矽粒子	高密度類型	2.0	2.04	1
例31	斷熱層2	玻璃纖維	鍛製二氧化矽粒子	高密度類型	2.0	2.04	1

【0155】 [表3]

	斷熱材		
	構成	總厚度 [mm]	緩衝層的厚度相對於斷熱層的厚度的比 (緩衝層的厚度/斷熱層的厚度)
例1	圖2	8.8	1.5
例2	圖2	9.0	4.0
例3	圖2	4.0	1.0
例4	圖6	4.0	1.0
例5	圖2	7.0	2.5
例6	圖2	7.0	2.5
例7	圖2	4.0	1.0
例8	圖2	8.8	1.5
例9	圖2	6.0	1.5
例10	圖6	6.0	1.5
例11	圖2	6.0	1.5
例12	圖6	6.0	1.5
例13	圖2	6.0	1.5
例14	圖6	6.0	1.5
例15	圖2	2.0	-
例16	圖2	2.0	-
例17	圖2	7.0	2.5
例18	圖2	5.5	4.5
例19	圖6	5.5	4.5
例20	圖2	3.0	0.5
例21	圖6	3.0	0.5
例22	圖2	4.0	1.0
例23	圖2	5.0	1.5
例24	圖2	6.5	2.3
例25	圖2	7.0	2.5
例26	圖2	7.0	2.5
例27	圖2	7.0	2.5
例28	圖2	6.0	1.5
例29	圖2	5.0	1.5
例30	圖2	6.0	2.0
例31	圖2	5.8	1.9

～3.45MPa位移域、殘留應力率和20小時後殘留應力的任一者以上不滿足基準。

【0158】 由此確認了，例1～14、25～29的電池用斷熱材與例15～24的電池用斷熱材不同，藉由使壓縮調整層的厚度相對於斷熱層的厚度的比為1.0～4.0，相對於壓縮調整層的壓縮前的厚度，沿厚度方向以25%～70%的範圍內的任一比例被壓縮而應變時的壓縮應力為0.50MPa～3.36MPa，從而能夠相對於電池單元的膨脹柔軟地變形，因此能夠發揮優異的緩衝性，並且能夠具有高斷熱性。因此可以說，將例1～14、25～29的電池用斷熱材應用於鋰離子二次電池時，電池單元即使由於充放電而反復膨脹和收縮，也防止電池單元的破損，並且能夠抑制由一電池單元的熱膨脹等而產生的熱被傳熱至相鄰的其它電池單元，由此能夠提高安全性。由此可以說，使用了例1～14、25～29的電池用斷熱材的鋰離子二次電池能夠更長地安全的使用。

【0159】 另外可以說，各例的電池用斷熱材在組裝於非水系電解質二次電池之後，即使使用時或取出時，如果壓縮調整層的厚度相對於斷熱層的厚度的比、壓縮調整層的壓縮應力、電池用斷熱材的導熱率、緩衝性、殘留應力率和20小時後的殘留應力滿足各自的規定的值，則具有同樣的性能。

【0160】 以上那樣，說明了實施方式，上述實施方式作為例子進行提示，本發明不受上述實施方式的限定。上述實施方式能夠以其它各種形態來實施，在不脫離發明的主旨的範圍內，能夠進行各種組合、省略、置換，變更等。這些實施方式、其變形包含於發明的範圍、主旨並且，包含於請求項所記載的發明及其均等的範圍內。

【0161】 另外，本發明的實施方式的方式例如，如以下那樣。

<1>一種電池用斷熱材，其將壓縮調整層和斷熱層層疊而具備，
上述壓縮調整層的厚度相對於上述斷熱層的厚度的比超過0.5且小於4.5，
相對於上述壓縮調整層的壓縮前的厚度，沿厚度方向以25%～70%的範圍內

的任一比例被壓縮而應變時的壓縮應力為0.34MPa～3.45MPa。

<2>根據<1>所述的電池用斷熱材，其具備至少被覆上述斷熱層的被覆層。

<3>根據<1>或<2>所述的電池用斷熱材，上述斷熱層包含鍛製二氧化矽、膠態二氧化矽、沉降二氧化矽和二氧化矽氣凝膠的至少一者。

<4>根據<1>～<3>中任一項所述的電池用斷熱材，上述壓縮調整層的厚度為1.0mm～8.8mm。

<5>根據<1>～<4>中任一項所述的電池用斷熱材，將施加100N的應力的壓縮時間為0小時～19小時時滿足下述式(1)的最初的時間設為第1放置時間時，

由下述式(2)算出的殘留應力率為90%以上，

上述壓縮時間為20小時後的殘留應力為0.34MPa以上。

$(n \text{ 小時後的殘留應力} - (n+1) \text{ 小時後的殘留應力}) / 1 \text{ 小時} \leq 1 \quad \dots (1)$

殘留應力率 = (壓縮時間為20小時後的殘留應力) / (第1放置時間的殘留應力) × 100 $\dots (2)$

(其中，式(1)中，n為1～19的整數。)

<6>一種非水電解質二次電池，其具備<1>～<5>中任一項所述的電池用斷熱材。

<7>根據<6>所述的非水電解質二次電池，其具備相鄰而配置的複數的電池單元，

上述電池單元彼此之間配置有上述電池用斷熱材。

【0162】 本申請主張基於2021年9月30日向日本特許庁所申請的特願2021-160489號和2022年2月25日向日本特許庁所申請的特願2022-27674號的優先權，將日本特願2021-160489號和特願2022-27674號的全部內容援用至本申請中。

【符號說明】

【0163】

- 1,52:電池用斷熱材
- 10,521:壓縮調整層
- 20,522:斷熱層
- 30,523:被覆層
- 31A:樹脂膜
- 50:鋰離子二次電池
- 51:電池單元
- 53:筐體
- I:斷面線
- X,Y,Z:軸

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種電池用斷熱材，其將壓縮調整層和斷熱層層疊而具備，該壓縮調整層的厚度相對於該斷熱層的厚度的比超過0.5且小於4.5，相對於該壓縮調整層的壓縮前的厚度，沿厚度方向以25%～70%的範圍內的任一比例被壓縮而應變時的壓縮應力為0.34MPa～3.45MPa。

【請求項2】 如請求項1所述的電池用斷熱材，其具備至少被覆該斷熱層的被覆層。

【請求項3】 如請求項1所述的電池用斷熱材，該斷熱層包含鍛製二氧化矽、膠態二氧化矽、沉降二氧化矽和二氧化矽氣凝膠的至少一者。

【請求項4】 如請求項1所述的電池用斷熱材，該壓縮調整層的厚度為1.0mm～8.8mm。

【請求項5】 如請求項1所述的電池用斷熱材，將施加100N的應力的壓縮時間為0小時～19小時時滿足下述式(1)的最初的時間設為第1放置時間時，

由下述式(2)算出的殘留應力率為90%以上，

該壓縮時間為20小時後的殘留應力為0.34MPa以上，

$(n\text{小時後的殘留應力} - (n+1)\text{小時後的殘留應力})/1\text{小時} \leq 1 \quad \cdots (1)$

殘留應力率 = (壓縮時間為20小時後的殘留應力)/(第1放置時間的殘留應力) × 100 $\cdots (2)$

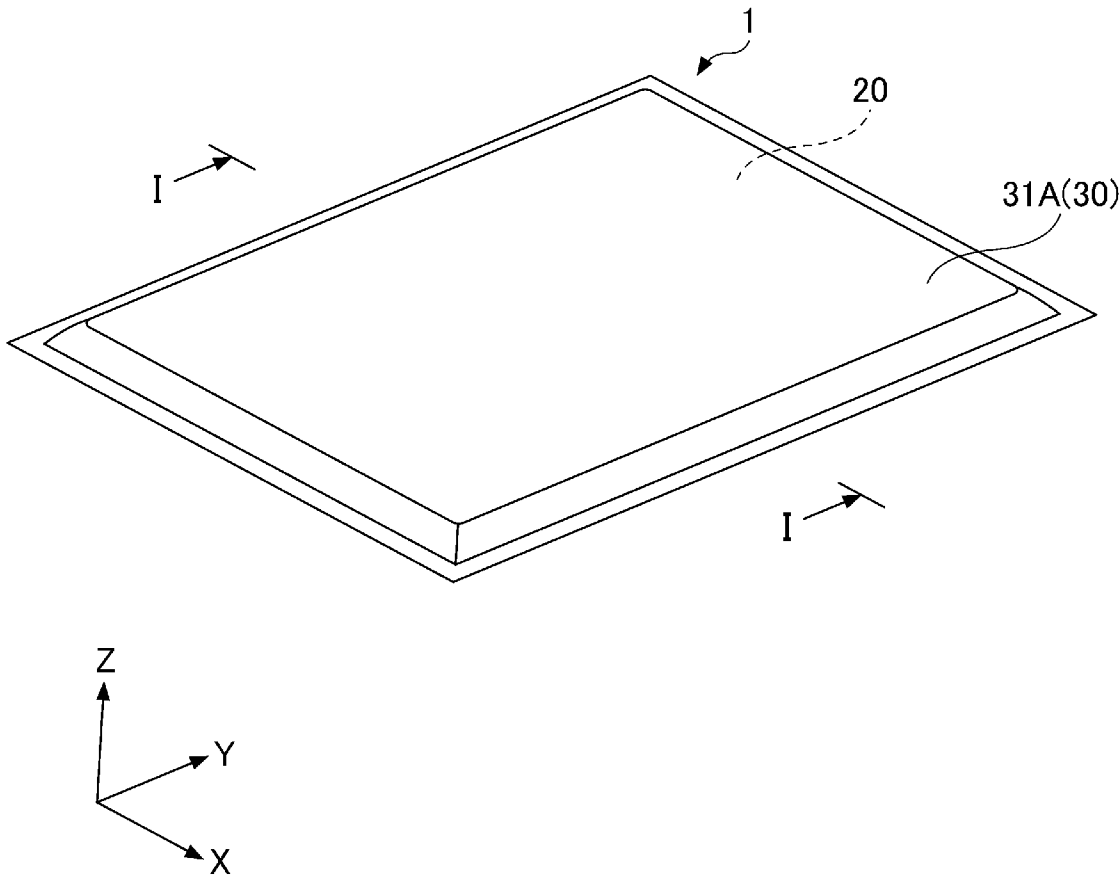
其中，式(1)中，n為1～19的整數。

【請求項6】 一種非水電解質二次電池，其具備請求項1所述的電池用斷熱材。

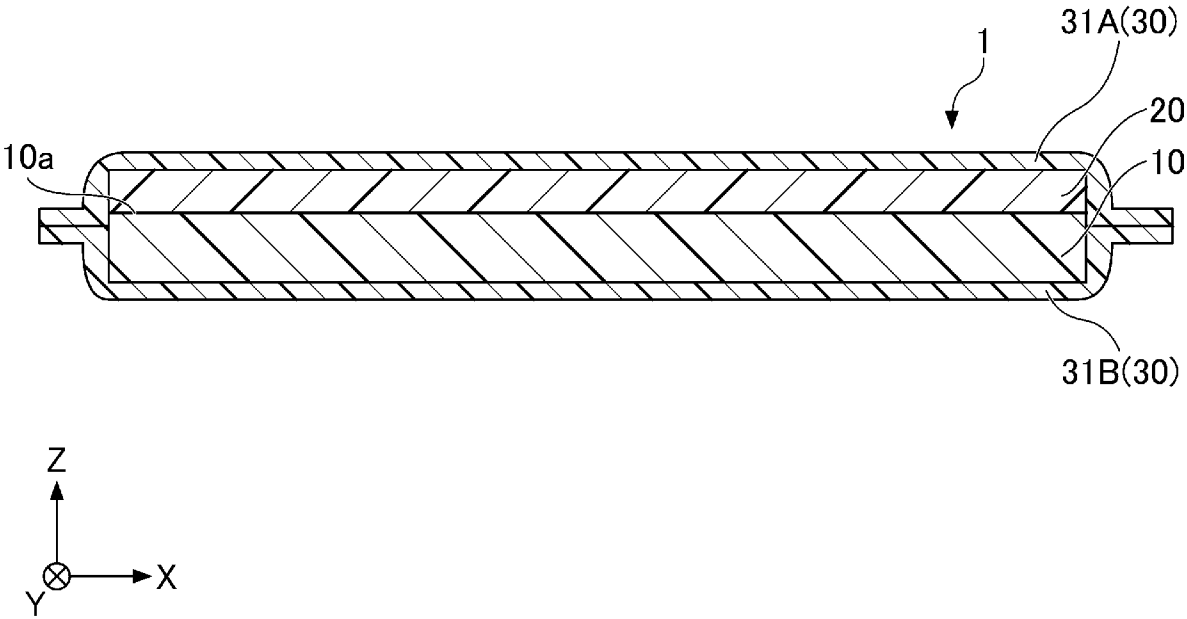
【請求項7】 如請求項6所述的非水電解質二次電池，

其具備相鄰而配置的複數的電池單元，
該電池單元彼此之間配置有該電池用斷熱材。

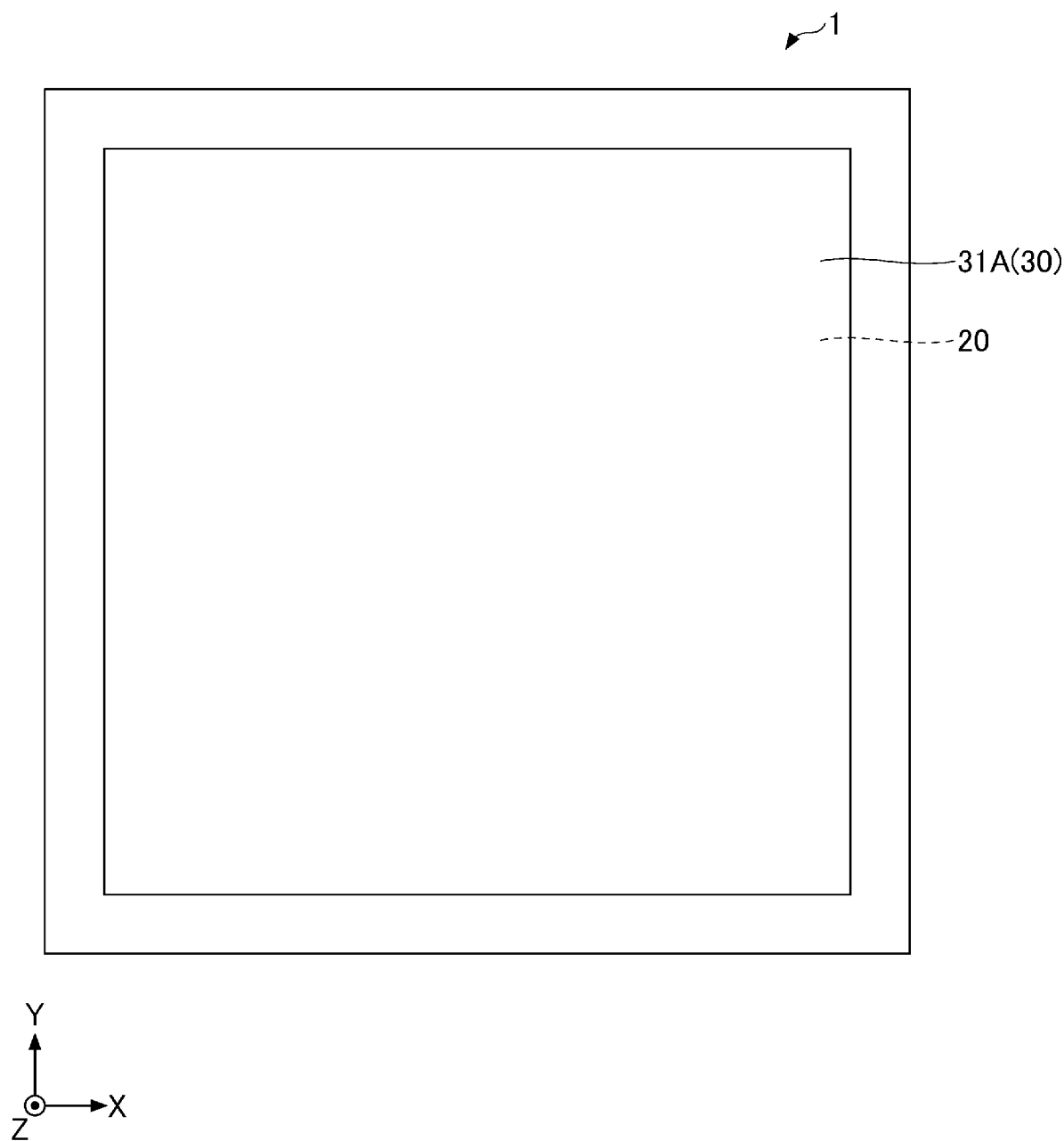
【發明圖式】



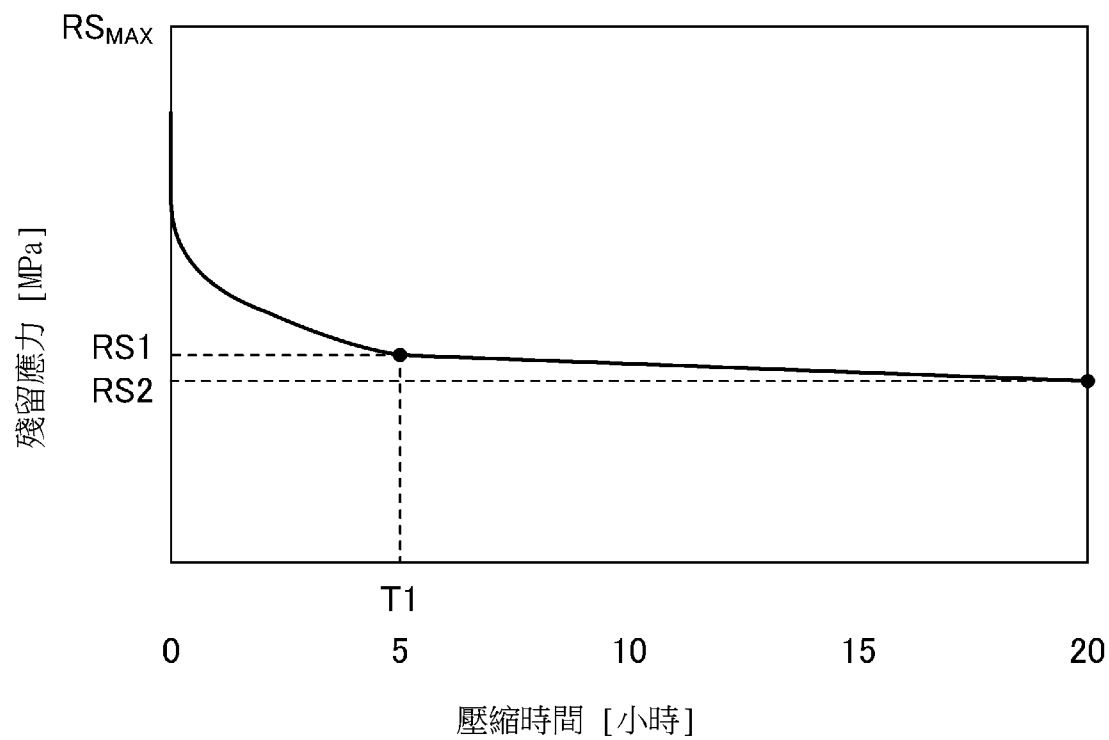
【圖1】



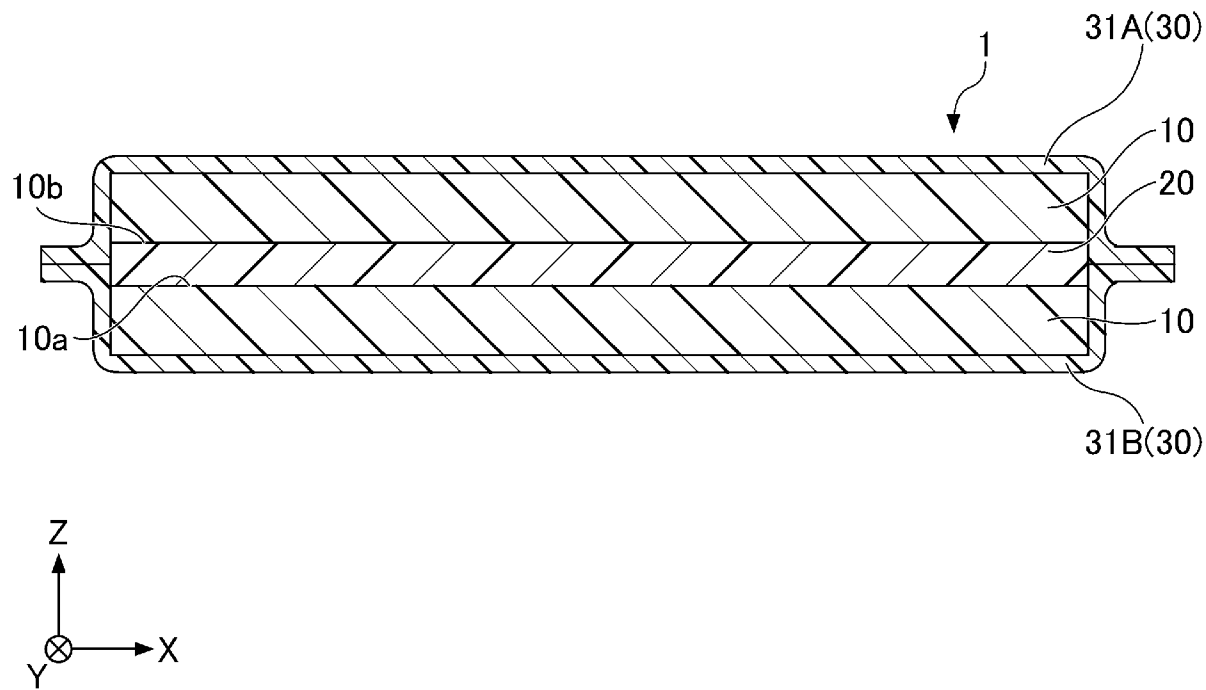
【圖2】



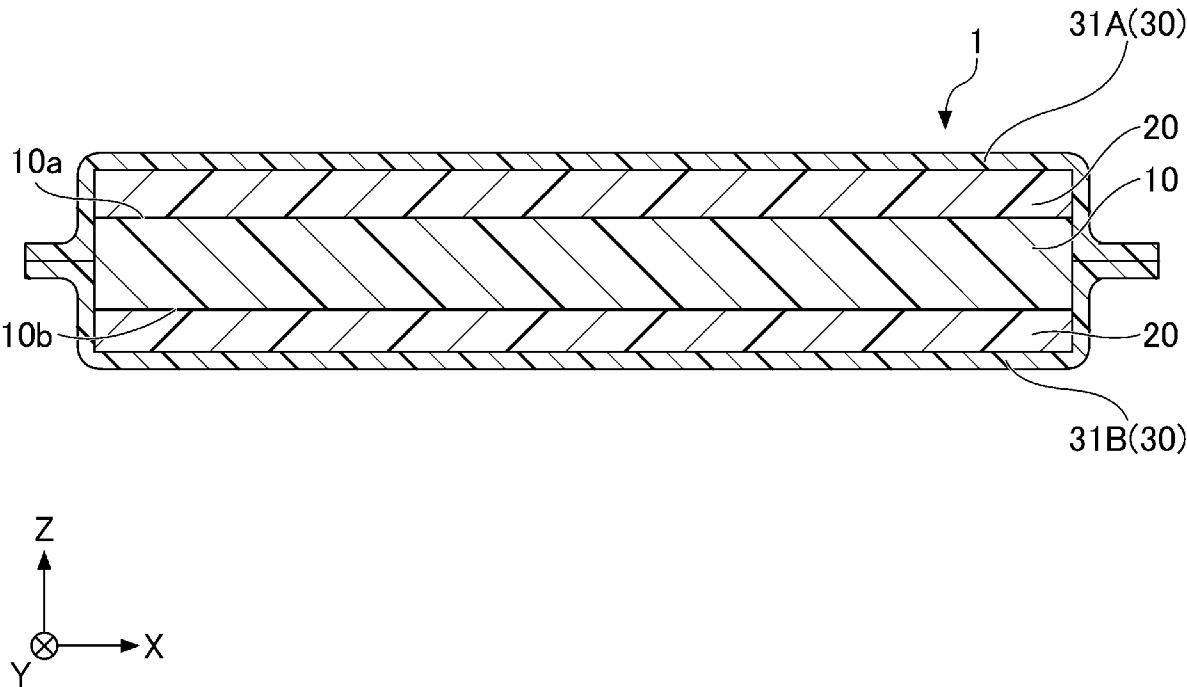
【圖3】



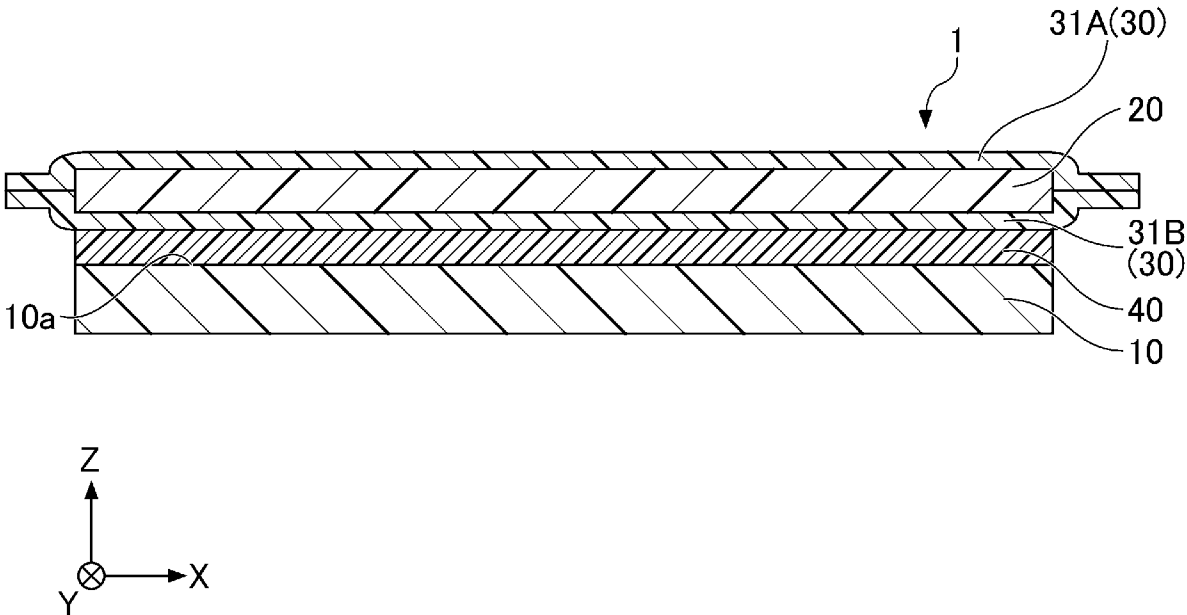
【圖4】



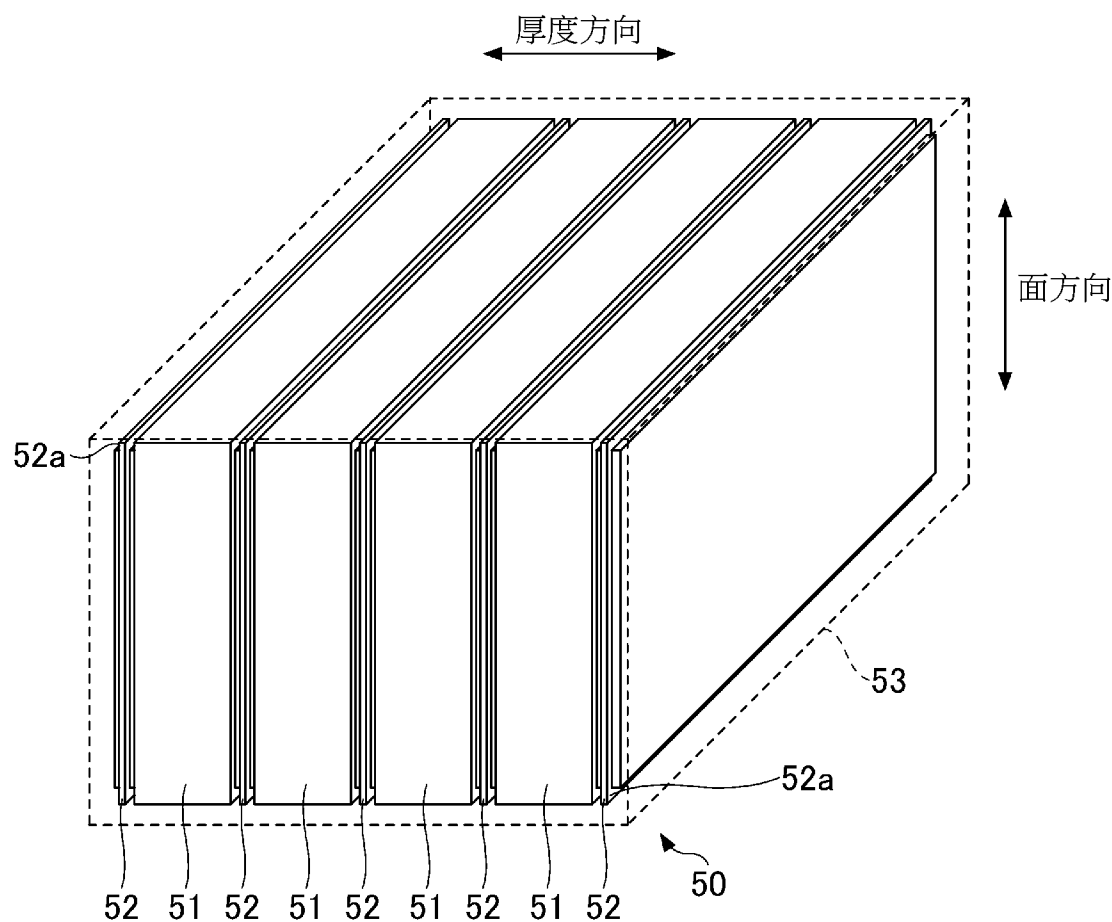
【圖5】



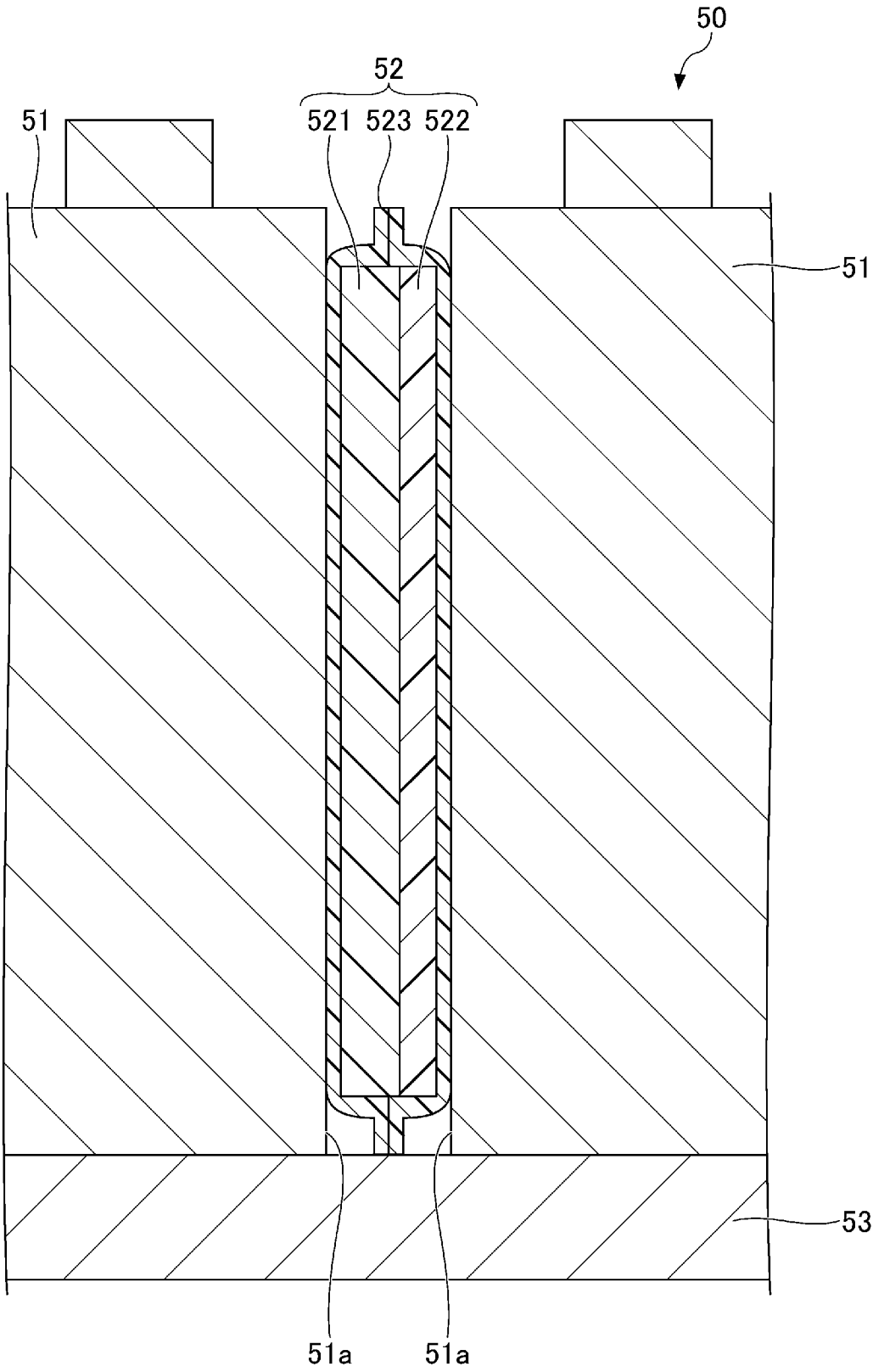
【圖6】



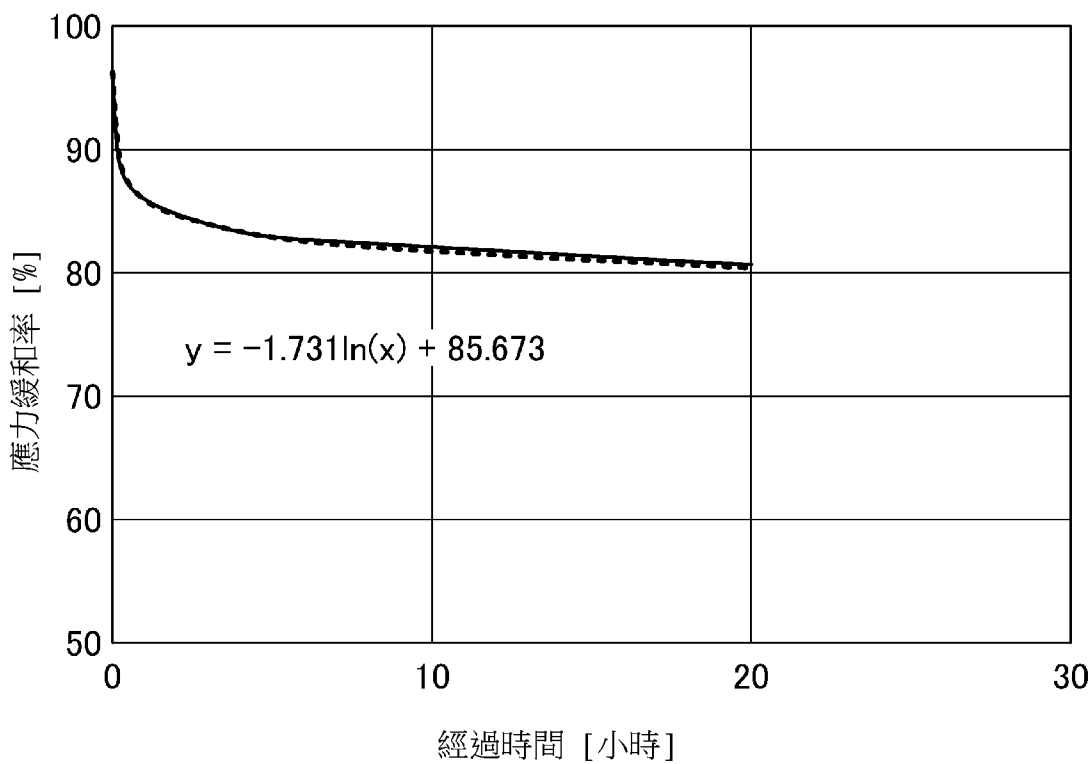
【圖7】



【圖8】



【圖9】



【圖10】