



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本 (11)證書號數：TW I471424 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 02 月 01 日

(21)申請案號：099109632

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 03 月 30 日

(51)Int. Cl. : C22C21/00 (2006.01)

C22C1/08 (2006.01)

B22F3/11 (2006.01)

(30)優先權：2009/03/30 日本

2009-082498

(71)申請人：三菱綜合材料股份有限公司 (日本) MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION
(JP)

日本

(72)發明人：星野孝二 HOSHINO, KOJI (JP)；楊積彬 YANG, JI-BIN (JP)；織戶賢治 ORITO,
KENJI (JP)；大森信一 OHMORI, SHINICHI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

JP 56-77301A

US 5151246

審查人員：潘煒琳

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：4 共 35 頁

(54)名稱

鋁多孔質燒結體的製造方法及鋁多孔質燒結體

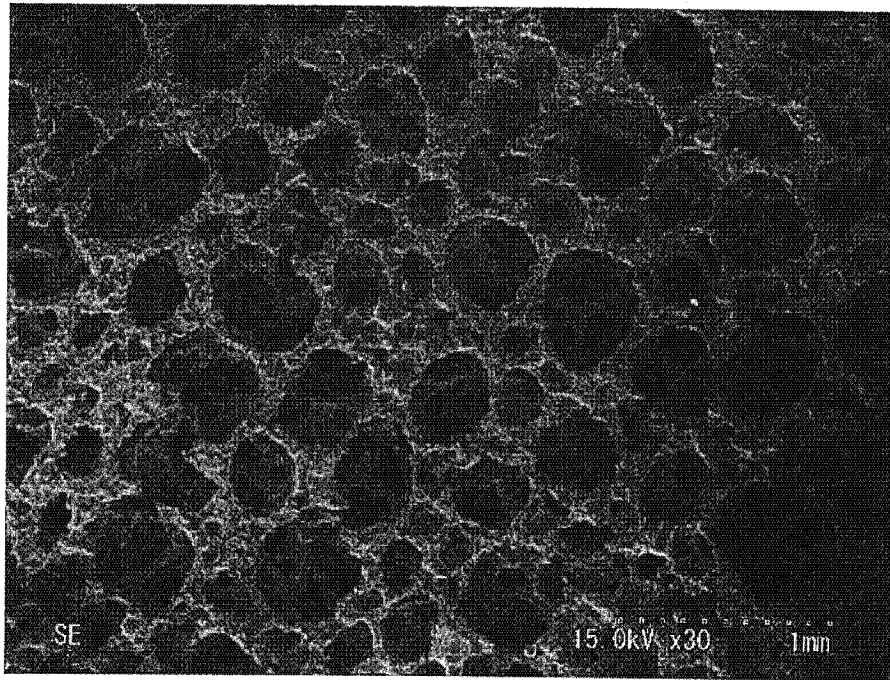
METHOD FOR MANUFACTURING ALUMINUM POROUS SINTERED BODY AND ALUMINUM
POROUS SINTERED BODY

(57)摘要

該鋁多孔質燒結體之製造方法為，具有混合鋁粉末與含有鈦之燒結助劑粉末而得鋁混合原料粉末之步驟，及混合前述鋁混合原料粉末、水溶性樹脂結合劑、水與多元醇、醚及酯中至少 1 種所成的可塑劑而得黏性組成物之步驟，及前述黏性組成物混合氣泡之狀態下使其乾燥而得燒結前成形體之步驟，及其後於非氧化性氣體環境中加熱焙燒前述燒結前成形體之步驟，又，以前述鋁混合原料粉末開始熔化之溫度為 $T_m(^{\circ}\text{C})$ 時，前述加熱焙燒溫度 $T(^{\circ}\text{C})$ 符合 $T_m-10(^{\circ}\text{C}) \leq T \leq 685(^{\circ}\text{C})$ 。

This method for manufacturing an aluminum porous sintered body includes: mixing an aluminum powder with a sintering agent containing titanium so as to obtain an aluminum mixed raw powder; mixing the aluminum mixed raw powder with a water-soluble resin binding agent, water, and a plasticizing agent containing at least one selected from polyhydric alcohol, ether, and ester so as to obtain a viscous composition; drying the viscous composition in a state where air bubbles are mixed in the viscous composition so as to obtain a compact before sintering; heating and sintering the compact before sintering in a non-oxidizing atmosphere, wherein when a temperature at which a melting of the aluminum mixed raw powder starts is defined as $T_m(^{\circ}\text{C})$, a temperature of the heating and sintering, $T(^{\circ}\text{C})$ satisfies $T_m-10(^{\circ}\text{C}) \leq T \leq 685(^{\circ}\text{C})$.

圖 1



六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明特別是有關適用為鋰離子蓄電池及電二重層型電容器之集電體的鋁多孔質燒結體及其製造方法。

本申請書係基於 2009 年 3 月 30 日於日本申請的特願 2009-082498 號主張優先權，且援用其內容。

【先前技術】

目前的鋰離子電池及電二重層型電容器之正極集電體，一般係使用鋁箔。又近年來此等電池及電容器被使用於電動汽車等，而隨著其用途擴展，要求電池及電容器之電極集電體的高輸出力化、高能量密度化。已知的電極集電體如專利文獻 1 及 2 所示的具有三次元網目構造之開氣孔的鋁多孔質體。

該類鋁多孔質體之製造方法如，已知的專利文獻 3 所示之發泡熔融法。該發泡熔融法中，係將增黏劑加入熔融鋁中，增黏後加入發泡劑用之氫化鈦，再藉由氫化鈦之熱分解反應利用所生成的氫氣使熔融鋁發泡固化。但該方法所得的發泡鋁具有數 mm 大小之閉氣孔。

其他如第 2 種方法，將鋁壓入以海綿胺基甲酸乙酯為中子的鑄模中，以鋁填充胺基甲酸乙酯燒盡後形成的空洞，而得海綿骨架之發泡鋁的方法。利用該方法可得具有 40PPI 以下之孔徑，即每 1 英寸 40 單元以下之孔徑（孔徑約 600 μ m 以上）的開氣孔之發泡鋁。

另外第 3 種方法如專利文獻 4 所揭示，將鋁合金加壓浸透於由中空陶瓷形成之強化材中，而得具有因應強化材尺寸的孔徑 $500\mu\text{m}$ 以下之閉氣孔的發泡鋁之方法。

又第 4 種方法如專利文獻 5 所揭示，以鋁板挾持 AlSi 合金粉末及 TiH_2 粉末之混合粉末，藉由加熱壓延利用分解 TiH_2 粉末而使鋁發泡之方法。該方法所得的發泡鋁具有數 mm 單位大小之孔徑。

另外第 5 種方法如專利文獻 6 所揭示，混合鋁及與鋁之共晶溫度低於鋁之熔點的金屬後，以高於共晶溫度但低於鋁之熔點的溫度加熱焙燒之方法。該方法所得的發泡鋁雖可縮小孔徑，但氣孔率較小為 40% 左右。因此浸透於集電體用之發泡鋁的氣孔中之正極活物質或負極活物質之量較少，而無法追求所希望的高輸出力化、高能量密度化。

因此就上述發泡熔融法及第 2 至 5 種方法而言，爲了達成高輸出力化及高能量密度化的目的，可採用的製造具有微小開氣孔之發泡鋁的方法爲，將鋁壓入以海綿胺基甲酸乙酯爲中子之鑄模的第 2 種方法。

但既使使用該第 2 種方法，爲了進一步縮小開氣孔之孔徑仍需使用孔較細之海綿胺基甲酸乙酯，如此會使鋁流動性變差而無法壓入，且會過度增加鑄造壓力。故難製造孔徑小於 40PPI 之發泡鋁。

有鑑於此，製造具有均勻配置多數微小開氣孔之小孔徑且尺寸整齊的開氣孔之高氣孔率的發泡金屬之方法如專利文獻 7 所示，將含有金屬粉及發泡劑之發泡性漿體發泡

，乾燥後再燒結之漿體發泡法。使用該方法時，易由能取得之可燒結的原料粉末製造具有孔徑約 10PPI 至約 500PPI，即孔徑 2.5mm 至 50 μ m 之任意孔徑的尺寸整齊之開氣孔的高氣孔率之發泡金屬。又漿體發泡法係指，藉由上述般含有發泡劑而發泡，或藉由注入氣體及攪拌而發泡後，直接以該發泡狀態之發泡性漿體等進行上述燒結而得發泡金屬之方法。

但先前的漿體發泡法難製造發泡鋁。

其理由如下所述，該漿體發泡法中不對金屬粉末施加壓縮等之壓力下，而係藉由燒結之自由燒結法而得發泡金屬。但因鋁粉末之表面被覆著數 nm 至數 10nm 之細緻的氧化鋁被膜，故無論其為固相或液相均會阻礙燒結。因此難以自由燒結法燒結，而無法以漿體發泡法得到均質的發泡鋁。

該自由燒結鋁粉末之方法如，採用上述第 5 種方法組合漿體發泡法之方法。該方法係藉由，混合鋁及發泡材用之與鋁的共晶溫度低於鋁之熔點的金屬銅粉末後，以高於共晶溫度但低於鋁之熔點的溫度加熱焙燒而得發泡鋁。但因其表面滲出鋁之液滴，且該液滴多半會凝固形成半球狀之鋁塊。特別是發泡鋁為薄板狀時會如圖 4 所示，明顯形成鋁塊，故無法製造所希望的均質之發泡鋁。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

[專利文獻 1]特許第 3591055 號公報

[專利文獻 2]特開 2009-43536 號公報

[專利文獻 3]特開平 08-209265 號公報

[專利文獻 4]特開 2007-238971 號公報

[專利文獻 5]特表 2003-520292 號公報

[專利文獻 6]特公昭 61-48566 號公報

[專利文獻 7]特許第 3535282 號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之課題]

有鑑於該事情，因此本發明之課題為，提供可得具有孔徑為 40PPI 以上，即 $600\mu\text{m}$ 以下之微小尺寸整齊的開氣孔之高氣孔率均質的發泡鋁之鋁多孔質燒結體的製造方法。又課題為，提供適用為要求高輸出力化、高能量密度化之電池及電容器的正極集電體之鋁多孔質燒結體。

[解決課題之方法]

本發明者們發現，混合鋁粉末及含有鈦之燒結助劑粉末後以一定範圍之溫度加熱焙燒時，既使自由燒結也可成為不生成液滴塊之可燒結條件，而完成本發明。

即，本發明之鋁多孔質燒結體的製造方法為，具有混合鋁粉末與含有鈦之燒結助劑粉末而得鋁混合原料粉末之步驟，及混合前述鋁混合原料粉末、水溶性樹脂結合劑、水與多元醇、醚及酯中至少 1 種所成的可塑劑而得黏性組成物之步驟，及前述黏性組成物混合氣泡之狀態下使其乾

燥而得燒結前成形體之步驟，及其後於非氧化性氣體環境中加熱焙燒前述燒結前成形體之步驟，又，以前述鋁混合原料粉末開始熔化之溫度為 T_m (°C) 時，前述加熱焙燒溫度 T (°C) 符合 $T_m - 10$ (°C) $\leq T \leq 685$ °C。

此時之非氧化性氣體環境係指，包含不活性環境及還原性環境般不會使鋁混合原料粉末氧化的環境。又，上述加熱焙燒溫度不為鋁混合原料粉末之溫度，即不為測得的鋁混合原料粉末之反應溫度等，而係指鋁混合原料粉末之周圍的保持溫度。

本發明之方法為新穎的自由燒結鋁粉末之方法，由此而得的燒結體為，幾乎均勻分散分布鋁及鈦之化合物的直線長每 $100\mu\text{m}$ 開 2 個以上孔之多孔質燒結體。

另外本發明之燒結方法中組合已知的漿體發泡法可成為，具有孔徑小於 $600\mu\text{m}$ 之微小尺寸整齊的開氣孔之高氣孔率均質的發泡鋁多孔質燒結體之製造方法，而完成本發明。

即，本發明之特徵為，混合上述鋁混合原料粉末、水溶性樹脂結合劑、水與多元醇、醚及酯中至少 1 種所成的可塑劑而得黏性組成物後，於該黏性組成物混合上述氣泡之狀態下使其乾燥而得燒結前成形體，其後對該燒結前成形體進行上述加熱焙燒。

上述構成要件中，以已知的漿體發泡法將上述鋁混合原料粉末成形為燒結前發泡成形體後，進行燒結以製造鋁多孔質燒結體時，可得具有藉由漿體發泡法形成的被海綿

骨架包圍之氣孔，及由海綿骨架本身形成之氣孔的 2 種形態不同之氣孔的多孔質體。

本發明之鋁多孔質燒結體的製造方法中，上述鋁粉末之平均粒徑可為 2 至 200 μm 。

以前述燒結助劑粉末之平均粒徑為 r (μm)，以前述燒結助劑粉末之添加比為 W 質量%時，前述 r 及前述 W 符合 1 (μm) $\leq r \leq 30$ (μm)、 $1 \leq W \leq 20$ (質量%)，且 $0.1 \leq W/r \leq 2$ 。

前述燒結助劑粉末可為鈦及氫化鈦中任何一方或雙方。

前述黏性組成物可添加碳數 5 至 8 之非水溶性碳化氫系有機溶劑。

前述水溶性樹脂結合劑之含量可為前述鋁混合原料粉末之質量的 0.5% 至 7%。

前述鋁混合原料粉末可添加前述鋁混合原料粉末之質量的 0.02 至 3% 之表面活性劑。

將前述黏性組成物延伸為原 0.05mm 至 5mm 後乾燥，可得板狀成形體用之前述燒結前成形體。

本發明之鋁多孔質燒結體因具有由有孔金屬燒結體形成之三次元網目構造的金屬骨架，且前述金屬骨架間具有空孔，又前述有孔金屬燒結體中分散著 Al-Ti 化合物，且直線長每 1cm 形成 20 個以上前述空孔，故可使全體氣孔率為 70 至 99%。

[發明效果]

使用本發明之鋁多孔質燒結體的製造方法可藉由，以符合 $T_m - 10 (^{\circ}\text{C}) \leq T \leq 685 (^{\circ}\text{C})$ 之溫度 T 加熱焙燒，混合鋁粉末及含有鈦之燒結助劑粉末而得的鋁混合原料粉末，而得直線長每 $100\mu\text{m}$ 具有 2 個以上開孔之鋁多孔質燒結體。

此時將加熱焙燒溫度限定為 $T_m - 10 (^{\circ}\text{C})$ 以上之理由為，鋁混合原料粉末所含的鋁與含有鈦之燒結助劑粉末開始反應之溫度為 $T_m - 10 (^{\circ}\text{C})$ 。以 T_m 記載鋁之熔點時，純粹的鋁熔點為 660°C ，但工業上所使用的鋁含有不純物鐵及矽，因此其熔點會低於 660°C 。又將加熱焙燒溫度限定為 685°C 以下之理由為，以高於該溫度之溫度保持加熱時，燒結體會發生鋁之液滴狀塊物。

此時係將上述鋁混合原料粉末混合水溶性樹脂結合劑、水及可塑劑得黏性組成物後，以該黏性組成物混合氣泡之狀態進行乾燥，得燒結前成形體後以上述溫度加熱焙燒該燒結前成形體。如此可使前述燒結前成形體成為海綿骨架構造體（三次元骨架構造體、開氣孔之發泡骨架構造體），因此所得的燒結體為，具有被海綿骨架包圍之氣孔及由海綿骨架本身形成之氣孔的 2 種形態不同之氣孔的鋁多孔質體。

又，上述鋁粉末係以使上述黏性組成物具有可形成所希望之形狀程度的黏性，且以該黏性組成物混合氣泡之狀態進行乾燥而得的燒結前成形體具有所希望之處理強度的

方式調製。即，縮小其平均粒徑時需增加相對於鋁粉末之質量的水溶性樹脂結合劑的質量，以確保上述黏性及處理強度。但增加水溶性樹脂結合劑之質量時，加熱焙燒燒結前成形體時會增加殘存於鋁中之碳量，而阻礙燒結反應。另外鋁粉末之粒徑太大時會降低多孔質燒結體之強度。

因此鋁粉末之平均粒徑較佳為 $2\mu\text{m}$ 以上，如此可防止因增加水溶性樹脂結合劑之質量而阻礙燒結反應。又以 $200\mu\text{m}$ 以下為佳，如此可確保多孔質燒結體之強度。鋁粉末之平均粒徑更佳為 $7\mu\text{m}$ 至 $40\mu\text{m}$ 。

另外燒結助劑粉末較佳為，平均粒徑 r (μm) 及添加比 W (質量%) 符合 $1(\mu\text{m}) \leq r \leq 30(\mu\text{m})$ 、 $0.1(\text{質量}\%) \leq W \leq 20(\text{質量}\%)$ ，且 $0.1 \leq W/r \leq 2$ 。

其理由如下所述。燒結助劑粉末之添加比 W 超過 20 質量%時，鋁混合原料粉末中燒結助劑粉末同士間持有接點，而無法控制鋁與鈦之反應熱及無法得到所希望的多孔質燒結體。因此較佳為 $0.1(\text{質量}\%) \leq W \leq 20(\text{質量}\%)$ ，更佳為 $1(\text{質量}\%) \leq W \leq 20(\text{質量}\%)$ 。

但即使為 $0.1(\text{質量}\%) \leq W \leq 20(\text{質量}\%)$ 之範圍內，也會因燒結助劑粉末之粒徑而使鋁與鈦之反應熱過大，故會進一步提升因反應熱而溶解之鋁的溫度而降低黏性，因此會發生液滴。

此時使用電子顯微鏡觀察以各種條件製作之試驗片，結果可以鈦之添加量及粒徑控制發熱量的範圍內，僅鈦粒子露出表面側起幾乎一定厚度的表層部會與鋁反應。因此

爲了防止發生液滴較佳爲實驗導出的 $1 (\mu\text{m}) \leq r \leq 30 (\mu\text{m})$ ，且 $0.1 \leq W/r \leq 2$ 。

下面將以燒結助劑粉末使用鈦之情形說明 $0.1 \leq W/r \leq 2$ 的含意。以鈦之平均粒徑爲 r ，以鈦之粒子數爲 N 、以鈦之添加質量爲 w 、以鈦之比重爲 D ，及以起因於與鋁反應之鈦粒徑減少量爲 d 時，反應熱量 Q 會與反應後鈦的體積成比例，因此爲 $Q \propto 4\pi r^2 d N$ 。另外鈦粒子之添加量係由 1 個鈦粒子之平均體積與鈦粒子數量之積算出，因此爲 $w = 4/3 \pi r^3 D N$ 。又將後式代入前式，得 $Q \propto 3 w d / r D$ 。此時由觀察結果得知 $3/D$ 爲定數，且 d 無關燒結條件幾乎一定，因此爲 $Q \propto w/r$ 。故將不發生液滴之 W/r 範圍限定爲上述實驗求取值時，可防止因鋁與鈦之反應熱過大而發生液滴。

又，作爲燒結助劑粉末用之氫化鈦中鈦含量爲 95 質量%以上，且 470 至 530℃ 下會脫氫形成鈦，因此藉由上述的加熱焙燒可熱分解形成鈦。故以鈦及 / 或氫化鈦作爲燒結助劑粉末用，可提高與鋁粉末之反應效率。

另外藉由上述黏性組成物添加碳數 5 至 8 之非水溶性碳化氫系有機溶劑可發泡而混合氣泡。

又，上述水溶性結合劑之含量超過鋁混合原料粉末之質量的 7% 時，加熱焙燒時會增加殘存於燒結前成形體等之碳量，而阻礙燒結反應。另外未達 0.5% 時無法確保燒結前成形體之處理強度。因此其含量較佳爲鋁混合原料粉末之質量的 0.5% 至 7%。

除此之外藉由鋁混合原料粉末添加表面活性劑，也可

有效生成氣泡。該表面活性劑之添加量為鋁混合原料粉末之 0.02% 以上時，可得添加上述表面活性劑之效果。又 3% 以下時，可防止因增加殘存於燒結前成形體等之碳量而阻礙燒結反應。

另外將黏性組成物延伸為厚 0.05 mm 至 5 mm，得板狀成形體用之燒結前成形體時，可藉由燒結該板狀成形體而得適用為鋰離子蓄電池及電二重層型電容器之集電體的鋁多孔質燒結體。

又，既使將本發明之鋁多孔質燒結體卷附於正極集電體用之圓柱狀電池要件的外圍也不會剝離正極活物質，因此不易因伴隨充放電而產生的活性物質膨脹收縮而造成正極活物質脫落，可安定使用。

[實施發明之形態]

下面將說明本發明之鋁多孔質燒結體的製造方法之一實施形態。

本實施形態之鋁多孔質燒結體的製造方法為，具有混合鋁粉末與鈦及 / 或氫化鈦而得鋁混合原料粉末之鋁混合原料粉末調製步驟，及混合該鋁混合原料粉末、水溶性樹脂結合劑、水與可塑劑調製黏性組成物之黏性組成物調製步驟，及該黏性組成物混合氣泡之狀態下使其乾燥而得燒結前成形體之燒結前步驟，及於非氧化性氣體環境中以符合 $T_m - 10 (^\circ\text{C}) \leq \text{加熱燒結溫度 } T \leq 685 (^\circ\text{C})$ 之加熱焙燒溫度 T 加熱焙燒燒結前成形體之步驟。其中 $T_m (^\circ\text{C})$ 為

鋁混合原料粉末開始熔化之溫度。

該鋁混合原料粉末調製步驟中，所使用的鋁粉末為平均粒徑 2 至 $200\mu\text{m}$ 之物。其因為，平均粒徑太小時，為了使黏性組成物具有可形成所希望之形狀程度的黏性，及使燒結前成形體具有處理強度，需增加相對於鋁粉末之水溶性樹脂結合劑含量。但增加水溶性樹脂結合劑含量，於加熱焙燒燒結前成形體時會增加殘存於鋁中之碳量，而阻礙燒結反應。另外鋁粉末之粒徑太大時會降低發泡鋁之強度。因此所使用的鋁粉末較佳為如上述般平均粒徑 2 至 $200\mu\text{m}$ ，更佳為 $7\mu\text{m}$ 至 $40\mu\text{m}$ 之物。

又，該鋁粉末係混合鈦及 / 或氫化鈦。其因為，混合鋁粉末與鈦後，可藉由以符合 $T_{\text{m}} - 10 (^\circ\text{C}) \leq \text{加熱焙燒溫度 } T \leq 685 (^\circ\text{C})$ 之加熱焙燒溫度 T 加熱焙燒燒結成形體，進行不會生成液滴塊之鋁的自由燒結。又因氫化鈦 (TiH_2) 之鈦含量為 $47.88 (\text{鈦之分子量}) / (47.88 + 1 (\text{氫之分子量}) \times 2)$ 般 95 質量%以上，且 470 至 530°C 下會脫氫形成鈦，故藉由上述加熱焙燒可熱分解形成鈦。因此，即使混合氫化鈦之情形下，也可以在不生成液滴塊之下進行鋁的自由燒結。

此時以鈦或氫化鈦之平均粒徑為 $r (\mu\text{m})$ ，以鈦或氫化鈦之添加比為 $W (\text{質量}\%)$ 時， $1 (\mu\text{m}) \leq r \leq 30 (\mu\text{m})$ 、 $0.1 (\text{質量}\%) \leq W \leq 20 (\text{質量}\%)$ ，且 $0.1 \leq W/r \leq 2$ 。即，使用平均粒徑 $4\mu\text{m}$ 之氫化鈦粉時，因 $0.1 \leq W/4 \leq 2$ ，故添加比 W 為 0.4 至 8 質量%。使用平均粒徑 $20\mu\text{m}$ 之鈦粉

時，因 $0.1 \leq W/20 \leq 2$ ，故添加比 W 為 2 至 40 質量%。但因 0.1 （質量%） $\leq W \leq 20$ （質量%），故為 2 至 20 質量%。

又，氫化鈦之平均粒徑為 0.1 （ μm ） $\leq r \leq 30$ （ μm ），較佳為 1 （ μm ） $\leq r \leq 30$ （ μm ），更佳為 4 （ μm ） $\leq r \leq 20$ （ μm ）。其因為， $1\mu\text{m}$ 以下時恐自燃，又超過 $30\mu\text{m}$ 時前述氫化鈦於燒結後會形成被覆鋁與鈦之化合物的鈦粒子，但因該鋁與鈦之化合物相易由鈦粒子剝離，故燒結體無法得到所希望之強度。

又， 0.1 （質量%） $\leq W \leq 20$ （質量%）之理由如下所述。燒結助劑粉末之添加比 W 超過 20 質量%時，鋁混合原料粉末中燒結助劑粉末同士間持有接點，因此將無法控制鋁與鈦之反應熱，及無法得到所希望之多孔質燒結體。

又即使於 0.1 （質量%） $\leq W \leq 20$ （質量%）之範圍內，也會因燒結助劑粉末之粒徑而使鋁與鈦之反應熱過大，因此會進一步提升因反應熱而熔解之鋁的溫度而降低黏性，故會發生液滴。

此時使用電子顯微鏡觀察以各種條件製作之試驗片，結果可以鈦之添加量及粒徑控制發熱量的範圍內，僅鈦粒子露出表面側起幾乎一定厚度之表層部會與鋁反應。因此為了防止發生液滴較佳為實驗導出的 1 （ μm ） $\leq r \leq 30$ （ μm ），且 $0.1 \leq W/r \leq 2$ 。

下面將以燒結助劑粉末使用鈦之情形說明 $0.1 \leq W/r \leq 2$ 之含意。以鈦之平均粒徑為 r ，以鈦之粒子數為 N ，以

鈦之添加質量爲 w ，以鈦之比重爲 D ，以起因於與鋁反應之鈦粒徑的減少量爲 d 時，因反應熱量 Q 會與反應後之鈦的體積成比例，故爲 $Q \propto 4\pi r^2 d N$ 。又因鈦粒子之添加量係由 1 個鈦粒子之平均體積與鈦粒子之數的積算出，故爲 $w = 4/3 \pi r^2 D N$ 。將後式代入前式，得 $Q \propto 3 w d / r D$ 。由觀察結果得知 $3/D$ 爲定數，且 d 無關燒結條件幾乎一定。因此將不發生液滴之 W/r 範圍限定爲上述實驗求取值時，可防止因鋁與鈦之反應熱過大而發生液滴。

其次黏性組成物調製步驟爲，將水溶性樹脂結合劑用之聚乙烯醇、甲基纖維素及乙基纖維素中至少任何一種以上加入上述鋁混合原料粉末後，再各自加入可塑劑用之聚乙二醇、甘油及酞酸二 N 丁酯中至少任何一種以上，及蒸餾水、表面活性劑用之烷基甜菜鹼。

因所使用的水溶性樹脂結合劑爲聚乙烯醇、甲基纖維素或乙基纖維素，故其添加量爲較少量也足夠。因此其添加量可爲鋁混合原料粉末之質量的 0.5% 至 7%。超過鋁混合原料粉末之質量的 7% 時，會增加加熱焙燒時殘留於燒結前成形體等之碳量而阻礙燒結反應。未達 0.5% 時將無法確保燒結前成形體之處理強度。

又，烷基甜菜鹼之添加量爲鋁混合原料粉末之質量的 0.02% 至 3%。其爲鋁混合原料粉末之質量的 0.02% 以上時，後述混合非水溶性碳化氫系有機溶劑時可有效生成氣泡。又 3% 以下時，可防止因增加殘存於燒結前成形體等之碳量而阻礙燒結反應。

接著混練此等，再藉由混合碳數 5 至 8 之非水溶性碳化氫系有機溶劑而發泡，調製混合氣泡之黏性組成物。該碳數 5 至 8 之非水溶性碳化氫系有機溶劑可使用戊烷、己烷、庚烷及辛烷中至少一種以上。

其次於燒結前步驟中，將黏性組成物延伸塗佈於帶狀聚乙烯片之剝離劑塗佈面上，使其厚度為 0.05mm 至 5mm。接著以一定時間管理周圍之溫度及濕度，使氣泡尺寸整齊後，使用大氣乾燥機以溫度 70℃ 乾燥。此時係利用刮刀法、漿體擠壓法或網印法等塗佈黏性組成物。

其後由聚乙烯片剝離乾燥後之黏性組成物，必要時切成直徑 100mm 之圓形等一定形狀，得燒結前成形體。

其次於燒結步驟中，將上述燒結前成形體載置於敷著氧化鋯敷粉之氧化鋁台上，於露點為 -20℃ 以下之氫環境中以 520℃ 加熱保持 1 小時進行假焙燒。如此可使燒結前成形體之水溶性樹脂結合劑成份、可塑劑成份、蒸餾水及烷基甜菜鹼的黏性溶液飛脫黏性，且燒結助劑粉末係使用氫化鈦時可脫氫。

其後以符合 $T_m - 10 (^\circ\text{C}) \leq \text{加熱焙燒溫度 } T \leq 685 (^\circ\text{C})$ 之加熱焙燒溫度 T 加熱焙燒假焙燒後之燒結前成形體，得發泡鋁。

其理由如下所述。推斷將燒結前成形體加熱已熔化溫度 $T_m (^\circ\text{C})$ 時，可使鋁與鈦開始反應。但實際上鋁含有不純物之 Fe 及 Si 等共晶合金元素，因此會降低熔點。故推斷藉由加熱至 $T_m - 10 (^\circ\text{C})$ ，可使鋁與鈦開始反應而形

成發泡鋁。實際上相對於鋁熔點為 660°C ，以純鋁粉狀流通的純度 98%至 99.7%之霧粉的熔化開始溫度為 650°C 左右。

又，鋁與鈦之包晶溫度為 665°C ，因此另加入熔化潛熱時會熔化鋁之燒結體。故需將爐內環境溫度保持於 685°C 以下。

燒結步驟中為了抑制鋁粒子表面及鈦粒子表面之氧化被膜成長，需於非氧化性氣體環境中進行加熱焙燒。但加熱溫度 400°C 以下，保持時間 30 分鐘之條件下，既使於空氣中加熱，鋁粒子表面及鈦粒子表面之氧化被膜幾乎不會成長。因此例如一旦以 300°C 至 400°C 保持加熱燒結前成形體 10 分鐘使其脫黏性後，也可於氬環境中以一定溫度加熱焙燒。

由此而得之發泡鋁具有由有孔金屬燒結體形成的三次元網目構造之金屬骨架，且金屬骨架間具有空孔。又有孔金屬燒結體中分散著 Al-Ti 化合物，且直線長每 1cm 形成 20 個以上的空孔，具有 70 至 90%之全體氣孔率，故適用為鋰離子蓄電池及電二重層型電容器之集電體。

又，本發明非限定於上述實施形態，例如可使用鈦及氫化鈦以外之燒結助劑粉末，或含有燒結助劑元素用之鈦的燒結助劑粉末。

使用本實施形態之發泡鋁的製造方法時，係於鋁混合原料粉末調製步驟中，混合鋁粉末及燒結助劑粉末用之鈦及/或氫化鈦製作鋁混合原料粉末。又，於黏性組成物調

製步驟中使所得的黏性組成物發泡，再以符合 $T_m - 10 (^{\circ}\text{C}) \leq T \leq 685 (^{\circ}\text{C})$ 之溫度 T 加熱焙燒。如此可得具有被海綿骨架包圍之孔徑未達 $600\mu\text{m}$ 的尺寸整齊氣孔，及海綿骨架本身形成的直線長每 $100\mu\text{m}$ 具有 2 個以上微小氣孔之 2 種形態不同的氣孔之高氣孔率均質的發泡鋁。此時因氫化鈦之鈦含量為 95 質量%以上，且 470 至 530°C 下會脫氫形成鈦，因此藉由上述加熱焙燒可熱分解形成鈦。故推斷氫化鈦同鈦，可藉由上述加熱焙燒賦予製造發泡鋁。

另外於黏性組成物調製步驟與燒結步驟之間，具有將黏性組成物延伸塗佈於帶狀聚乙烯片之剝離劑塗佈面上，使其厚度為 0.05mm 至 5mm 等，得一定形狀之燒結前成形體的燒結前步驟時，可藉由其後的燒結步驟，得應用於鋰離子蓄電池及電二重層型電容器之集電體等用途的發泡鋁。

【實施方式】

（實施例 1 至 16）

準備平均粒徑 $2.1\mu\text{m}$ 、 $9.4\mu\text{m}$ 、 $24\mu\text{m}$ 、 $87\mu\text{m}$ 及 $175\mu\text{m}$ 之 Al 粉，及平均粒徑 $9.8\mu\text{m}$ 、 $24\mu\text{m}$ 及 $42\mu\text{m}$ 之 Ti 粉，及平均粒徑 $4.2\mu\text{m}$ 、 $9.1\mu\text{m}$ 及 $21\mu\text{m}$ 之 TiH_2 粉。依上述實施形態，以表 1 所示比率混合 Al 粉、 Ti 粉及/或 TiH_2 粉調製鋁混合原料粉末 1 至 10，再以表 2 所示添加組成調製黏性溶液 1 至 5。以表 3 所示比率混練此等及非水溶性碳化氫系有機溶劑製造實施例 1 至 16 之黏性組成物。

[表 1]

鋁混合原料粉末													
	鋁粉末						燒結助劑粉末				W/r		
	組成(重量%)						平均粒徑						
	Fe	Si	Ni	Mg	Cu	Al及不可 避不純物	平均 粒徑 (μ m)	混合比(重量%)		平均粒徑 (μ m) r	鋁粉末	燒結助劑粉末 W	
								Ti	TiH ₂				
本發明鋁混合原料粉末1	0.15	0.05	0.01	-	-	殘留	24	0	100	9.1	殘留	1	0.11
本發明鋁混合原料粉末2	0.15	0.05	0.01	-	-	殘留	24	0	100	21	殘留	5	0.24
本發明鋁混合原料粉末3	0.15	0.05	0.01	-	-	殘留	24	0	100	21	殘留	15	0.71
本發明鋁混合原料粉末4	0.15	0.05	0.01	-	-	殘留	24	0	100	9.1	殘留	10	1.1
本發明鋁混合原料粉末5	0.15	0.05	0.01	-	-	殘留	24	0	100	4.2	殘留	5	1.1
本發明鋁混合原料粉末6	0.15	0.05	0.01	-	-	殘留	24	0	100	2.8	殘留	5	1.8
本發明鋁混合原料粉末7	0.16	0.08	-	-	-	殘留	9.4	50	50	23	殘留	0.5	0.022
本發明鋁混合原料粉末8	0.18	0.06	0.01	0.4	1.6	殘留	87	100	0	24	殘留	1	0.042
本發明鋁混合原料粉末9	0.2	0.3	1.6	0.4	0.1	殘留	175	100	0	23	殘留	5	0.22
本發明鋁混合原料粉末10	0.2	0.05	-	-	-	殘留	2.1	0	100	4.2	殘留	1	0.24
比較鋁混合原料粉末31	0.11	0.05	-	-	-	殘留	220 ^{*1}	100	0	24	殘留	5	0.21
比較鋁混合原料粉末32	0.15	0.05	0.01	-	-	殘留	24	0	100	21	殘留	0.1	0.005 ^{*2}
比較鋁混合原料粉末33	0.15	0.05	0.01	-	-	殘留	24	0	100	4.2	殘留	15	3.6 ^{*2}
比較鋁混合原料粉末34	0.15	0.05	0.01	-	-	殘留	24	0	100	21	殘留	25 ^{*2}	1.2
比較鋁混合原料粉末35	0.15	0.05	0.01	-	-	殘留	24	100	0	42 ^{*2}	殘留	15	0.36

※1：申請專利範圍第 3 項之範圍外，鋁粉末平均粒徑：2 μm 至 200 μm

※2：申請專利範圍第 4 項之範圍外，燒結助劑粉末平均粒徑與添加比：1 $\leq r \leq 30$ 且 0.01 $\leq W/r \leq 2$

[表 2]

	黏性溶液之添加組成(重量%)						
	水溶性樹脂結合材			可塑劑		表面活性劑	水
	MC	EC	PVA	Gr	PEG	AB	
黏性溶液 1	5	-	-	3	3	0.1	殘留
黏性溶液 2	0.1	2.9	-	3	3	0.5	殘留
黏性溶液 3	0.2	-	4.8	1	5	2	殘留
黏性溶液 4	9	-	-	7	5	0.5	殘留
黏性溶液 5	5	-	-	3	3	5	殘留

MC：甲 基 纖 維 素

EC：乙 基 纖 維 素

PVA：聚 乙 烯 醇

Cr：甘 油

PEG：聚 乙 二 醇

AB：烷 基 甜 菜 鹼

[表 3]

	黏性組成物之組成										燒結前成形體之製造條件						加熱燒條件				
	鋁混合原料粉末 A		黏性溶液		非水溶性碳化氫系有機溶劑		相對於 A 之水性樹脂之結合劑之比率(%)	相對於 A 之表面活性劑之比率(%)	塗佈成形厚度 (nm)	氣泡尺寸整齊化步驟			乾燥步驟			脫脂步驟			燒結步驟		
										溫度 (°C)	濕度 (°C)	保持時間 (分)	溫度 (°C)	濕度 (°C)	保持時間 (分)	環境	溫度 (°C)	保持時間 (分)	環境	溫度 (°C)	保持時間 (分)
實施例 1	本發明鋁混合原料粉末 1	50	黏性溶液 2	49	己烷	1	2.8	0.49	0.35	35	90	20	70	50	Ar	520	30	Ar	663	30	
實施例 2	同上	50	黏性溶液 2	49	庚烷	1	2.8	0.49	0.35	35	90	20	70	50	Ar	520	30	Ar	650	30	
實施例 3	同上	50	黏性溶液 2	49	庚烷	1	2.8	0.49	0.35	35	90	20	70	50	Ar	520	30	Ar	683	30	
實施例 4	同上	49	黏性溶液 2	49	辛烷	2	2.8	0.49	0.35	35	90	20	70	50	Ar	520	30	Ar	675	30	
實施例 5	同上	50	黏性溶液 1	49	辛烷	1	4.9	0.098	0.2	35	90	20	70	50	Ar	520	30	Ar	670	30	
實施例 6	同上	50	黏性溶液 1	49	己烷	1	4.9	0.098	0.2	35	90	20	70	50	空氣	350	30	Ar	670	30	
實施例 7	同上	50	黏性溶液 3	49	戊烷	1	4.7	1.96	0.2	35	90	20	70	50	空氣	350	30	Ar	670	30	
實施例 8	本發明鋁混合原料粉末 2	50	黏性溶液 1	49	己烷	1	4.9	0.098	0.2	35	90	20	70	50	空氣	350	30	Ar	670	30	
實施例 9	本發明鋁混合原料粉末 3	50	黏性溶液 1	49	己烷	1	4.9	0.098	0.2	35	90	20	70	50	空氣	350	30	Ar	670	30	
實施例 10	本發明鋁混合原料粉末 4	50	黏性溶液 1	49	戊烷	1	4.9	0.098	0.2	35	90	20	70	50	空氣	350	30	Ar	670	30	
實施例 11	本發明鋁混合原料粉末 5	50	黏性溶液 1	49	庚烷	1	4.9	0.098	0.2	35	90	20	70	50	空氣	350	30	Ar	670	30	
實施例 12	本發明鋁混合原料粉末 6	50	黏性溶液 1	49	庚烷	1	4.9	0.098	0.2	35	90	20	70	50	空氣	350	30	Ar	670	30	
實施例 13	本發明鋁混合原料粉末 7	50	黏性溶液 1	49	辛烷	1	4.9	0.098	0.2	35	90	20	70	50	空氣	350	30	Ar	670	30	
實施例 14	本發明鋁混合原料粉末 8	50	黏性溶液 1	49	辛烷	1	4.9	0.098	0.2	35	90	20	70	50	Ar	520	30	Ar	655	30	
實施例 15	本發明鋁混合原料粉末 9	50	黏性溶液 1	49	戊烷	1	4.9	0.098	0.2	35	90	20	70	50	Ar	520	30	Ar	651	30	
實施例 16	本發明鋁混合原料粉末 10	50	黏性溶液 1	49	辛烷	1	4.9	0.098	0.2	35	90	20	70	50	空氣	350	30	Ar	670	30	

其次使用刮刀法將此等實施例 1 至 16 之黏性組成物延伸塗佈於塗佈剝離劑之聚乙烯片上，以一定時間管理保持溫度及濕度，使氣泡尺寸整齊化。其後使用大氣乾燥機以溫度 70℃ 乾燥。此時之黏性組成物的塗佈厚度，上述溫度、濕度及保持時間如表 3 所示。其後由聚乙烯片剝離乾燥後之黏性組成物，再切成直徑 100mm 之圓形，得實施例 1 至 16 之燒結前成形體。

其次將此等實施例 1 至 16 之燒結前成形體載置於敷著氧化鋁敷粉之氧化鋁台上，於氬氣流環境中或大氣中進行脫黏性後加熱焙燒，得發泡鋁。此時之加熱焙燒溫度及加熱焙燒保持時間如表 3 所示。

接著算出所得的實施例 1 至 16 之發泡鋁的收縮率及氣孔率。又，由實體顯微鏡照片計測 3 次元空孔數，及由掃描型電子顯微鏡（SEM）照片計測骨架之孔數。由所得的 SEM 照片確認有無液滴凝固。另外藉由電子線微析器（EPMA）的面分析，確認發泡鋁之骨架表面有無 Al-Ti 化合物。此等結果如表 5 所示，且實施例 1 之發泡鋁的 SEM 照片如圖 1 所示，其部分擴大照片如圖 2 所示。

其次對實施例 1 至 16 之發泡鋁，各自以壓下率 20% 進行輥壓延試驗，以確認有無裂痕。其後切成 20mm×50mm 之矩形測定對向角部間之電阻。接著將此等矩形狀發泡鋁卷附於各自直徑 5mm 之圓柱體外圍，以目視確認有無裂痕。此等結果如表 5 所示。

(比較例 1 至 9)

除了使用準備同實施例之 Al 粉、Ti 粉及 TiH_2 粉調製而得的比較鋁混合原料粉末 31 至 35 及本發明鋁混合原料粉末 1，以表 4 所示比率混練表 2 所示的黏性液 1 至 5 及非水溶性碳化氫系有機溶劑外，同實施例製造比較例 1 至 9 之發泡鋁。其次以實施例同樣之方法評估比較例 1 至 9 之發泡鋁，結果如表 5 所示，且比較例 1 之發泡鋁的 SEM 照片如圖 3 所示。

[表 4]

	黏性組成物之組成										燒結前成形體之製造條件				加熱焙燒條件									
	鋁混合原料粉末 A		黏性溶液		非水溶性碳化氫系有機溶劑		相對於 A 之水性樹脂結合劑之比率(%)	相對於 A 之表面活性劑之比率(%)	塗佈成形厚度 (nm)	氣泡尺寸整齊化步驟			乾燥步驟			脫脂步驟			燒結步驟					
										種別	添加比 (重量%)	種別	添加比 (重量%)	溫度 (°C)	濕度 (°C)	保持時間 (分)	溫度 (°C)	保持時間 (分)	環境	溫度 (°C)	保持時間 (分)	環境	溫度 (°C)	保持時間 (分)
比較例 1	本發明鋁混合原料粉末 1	50	黏性溶液 2	49	己烷	1	2.8	0.49	0.35	35	90	20	70	50	Ar	520	30	Ar	690 ^{*3}	30				
比較例 2	同上	50	黏性溶液 2	49	庚烷	1	2.8	0.49	0.35	35	90	20	70	50	Ar	520	30	Ar	620 ^{*3}	30				
比較例 3	同上	50	黏性溶液 4	49	辛烷	1	8.82 ^{*4}	0.49	0.35	35	90	20	70	50	Ar	520	30	Ar	683	30				
比較例 4	同上	50	黏性溶液 5	49	戊烷	1	4.9	4.9 ^{*5}	0.2	35	90	20	70	50	Ar	520	30	Ar	670	30				
比較例 5	比較鋁混合原料粉末 31	50	黏性溶液 1	49	戊烷	1	4.9	0.098	0.2	35	90	20	70	50	空氣	350	30	Ar	670	30				
比較例 6	比較鋁混合原料粉末 32	50	黏性溶液 1	49	己烷	1	4.9	0.098	0.2	35	90	20	70	50	空氣	350	30	Ar	670	30				
比較例 7	比較鋁混合原料粉末 33	50	黏性溶液 3	49	庚烷	1	4.7	0.098	0.2	35	90	20	70	50	空氣	350	30	Ar	670	30				
比較例 8	比較鋁混合原料粉末 34	50	黏性溶液 1	49	辛烷	1	4.9	0.098	0.2	35	90	20	70	50	空氣	350	30	Ar	670	30				
比較例 9	比較鋁混合原料粉末 35	50	黏性溶液 1	49	戊烷	1	4.9	0.098	0.2	35	90	20	70	50	空氣	350	30	Ar	670	30				

※ 3：申請專利範圍第 1 項之範圍外

※ 4：申請專利範圍第 7 項之範圍外

※ 5：申請專利範圍第 8 項之範圍外

[表 5]

	評估發泡鋁						評估鋰離子電池正極集電體	
	3 次元 空孔數 (PPI ^{※1})	骨架長每 100 μ m 的骨 架孔數 (個/100 μ m)	鋁有 無液 滴凝 固	骨架表 面有無 Al-Ti 化合物	電阻率 ($\times 10^{-6}$ Ω m)	10%壓下 及 5mm ϕ 卷附試驗 後有無裂 痕	活物質 填充密 度 (g/cm ³)	卷附試驗中 活物質未脫 落之最小徑 (mm ϕ)
實施例 1	52	2.9	無	有	3.1	無	4.8	2
實施例 2	52	3.5	無	有	5.4	無	4.7	2
實施例 3	52	2.2	無	有	2.2	無	4.6	1.5
實施例 4	65	2.3	無	有	2.5	無	4.8	2
實施例 5	56	2.5	無	有	2.6	無	4.2	2
實施例 6	55	2.5	無	有	2.6	無	4.2	1.5
實施例 7	77	2.7	無	有	2.7	無	4.2	2
實施例 8	54	2.8	無	有	2.9	無	4.3	2
實施例 9	55	2.3	無	有	2.3	無	4.3	2
實施例 10	52	2.6	無	有	2.8	無	4.2	2
實施例 11	53	2.2	無	有	3.2	無	4.2	2
實施例 12	55	2.4	無	有	3.2	無	4.3	2
實施例 13	53	2.8	無	有	3.4	無	4.1	2
實施例 14	55	3.4	無	有	4.9	無	4.1	2.5
實施例 15	55	3.2	無	有	4.3	無	4.2	2.5
實施例 16	54	2.4	無	有	3.2	無	4.2	2
比較例 1	70	2	有 [※]	有	2.9	有 [※]	-	-
比較例 2	50	5.1	無	有	12.4 [※]	有 [※]	-	-
比較例 3	51	4.6	無	有	11.9 [※]	有 [※]	-	-
比較例 4	65	4.3	無	有	11.2 [※]	有 [※]	-	-
比較例 5	52	1.8 [※]	無	有	8.9 [※]	有 [※]	-	-
比較例 6	53	5.2	無	無	12.2 [※]	有 [※]	-	-
比較例 7	51	2.6	有 [※]	有	2.4	無	-	-
比較例 8	51	2.2	無	有	2.8	有 [※]	-	-
比較例 9	55	1.8 [※]	無	有	3.1	有 [※]	-	-
從來例 1	30	0	無	無	1.5	無	3.8	3.5

※ 1 : PPI : 每 1 英寸 (25.4mm) 之 孔 數

由表 5 得知，實施例 1 至 16 之發泡鋁為，有孔金屬燒結體骨架長每 $100\mu\text{m}$ 的孔數為 2 至 4，且金屬骨架間每 1 英寸具有 52 個以上 3 次元空孔，即每 1cm 具有 20 個以上。其次發泡鋁不會發生液滴狀塊物，且電阻較低，卷附試驗也無傷痕。因此適用為要求高輸出力化、高能量密度化之電池及電容器的正極集電體。

其次以重量比 86：6：8 混合活物質用之鈷酸鋰（ LiCoO_2 ）粉末、結著劑用之聚偏氟乙烯（PVdF）及導電體用之人造黑鉛粉調製正極劑。混合該正極劑及溶劑用之 N-甲基-2 吡咯烷酮調製正極活物質漿體。

接著將實施例 1 至 16 之發泡鋁及先前例 1 之發泡鋁浸漬於該正極活物質漿體中，10 分鐘後取出乾燥。其後壓延製作厚 0.5mm 之實施例 1 至 16 的鋰離子電池之正極。

又，先前例 1 之發泡鋁係使用，先前技術中第 2 種方法之將鋁壓入以海綿胺基甲酸乙酯為中子之鑄模中的方法製造之 30PPI 發泡鋁。又此等實施例 1 至 16 之發泡鋁及先前例 1 之發泡鋁的正極活物質之填充密度如表 5 所示。

其後各自準備直徑 1mm、1.5mm、2mm、2.5mm、3mm、3.5mm、4mm、4.5mm、5mm 之圓柱體，再卷附實施例 1 至 16 及先前例 1 之鋰離子電池的正極，以目視觀察是否剝離活物質，結果未確認剝離之最小徑如表 5 所示。

結果由表 5 得知，實施例 1 至 16 之鋰離子電池的正極即使卷附於直徑 1.5mm 至 2.5mm 之圓柱體也不會剝離

活物質。相對於此，先前例 1 之正極卷附於直徑 3mm 之圓柱體時會剝離活物質。另外相對於實施例 1 至 16 之鋰離子電池的正極之活物質填充密度為 4.1g/cm^3 以上，先前例 1 之正極的活物質填充密度較小為 3.841g/cm^3 。

[產業上利用可能性]

本發明除了適用為發泡鋁之製造方法外，也適用為鋰離子蓄電池及電二重層型電容器之集電體的製造方法。

【圖式簡單說明】

圖 1 為，實施例 1 之發泡鋁的 SEM 照片。

圖 2 為，圖 1 之部分擴大 SEM 照片。

圖 3 為，比較例 1 之發泡鋁的 SEM 照片。

圖 4 為，將鋁粉末自由燒結之方法用的先前技術中第 5 種方法組合漿體發泡法之方法所得的發泡鋁照片。

發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

公告本

※申請案號：99109632

※申請日：99年03月30日

※IPC分類：

C22C 24/00

(2006.01)

C22C 1/03

(2006.01)

一、發明名稱：(中文／英文)

H22F 3/1

(2006.01)

鋁多孔質燒結體的製造方法及鋁多孔質燒結體

Method for manufacturing aluminum porous sintered body and aluminum porous sintered body

二、中文發明摘要：

該鋁多孔質燒結體之製造方法為，具有混合鋁粉末與含有鈦之燒結助劑粉末而得鋁混合原料粉末之步驟，及混合前述鋁混合原料粉末、水溶性樹脂結合劑、水與多元醇、醚及酯中至少1種所成的可塑劑而得黏性組成物之步驟，及前述黏性組成物混合氣泡之狀態下使其乾燥而得燒結前成形體之步驟，及其後於非氧化性氣體環境中加熱焙燒前述燒結前成形體之步驟，又，以前述鋁混合原料粉末開始熔化之溫度為 $T_m(^{\circ}\text{C})$ 時，前述加熱焙燒溫度 $T(^{\circ}\text{C})$ 符合 $T_m - 10(^{\circ}\text{C}) \leq T \leq 685(^{\circ}\text{C})$ 。

三、英文發明摘要：

This method for manufacturing an aluminum porous sintered body includes: mixing an aluminum powder with a sintering agent containing titanium so as to obtain an aluminum mixed raw powder; mixing the aluminum mixed raw powder with a water-soluble resin binding agent, water, and a plasticizing agent containing at least one selected from polyhydric alcohol, ether, and ester so as to obtain a viscous composition; drying the viscous composition in a state where air bubbles are mixed in the viscous composition so as to obtain a compact before sintering; heating and sintering the compact before sintering in a non-oxidizing atmosphere, wherein when a temperature at which a melting of the aluminum mixed raw powder starts is defined as T_m ($^{\circ}\text{C}$), a temperature of the heating and sintering, T ($^{\circ}\text{C}$) satisfies $T_m - 10$ ($^{\circ}\text{C}$) $\leq T \leq 685$ ($^{\circ}\text{C}$).

四、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：無

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

七、申請專利範圍：

103年8月26日修正
封條頁(本)

1. 一種鋁多孔質燒結體之製造方法，其特徵為，具有於鋁粉末中混合含有鈦之燒結助劑粉末而得鋁混合原料粉末之步驟，及

於前述鋁混合原料粉末中，混合水溶性樹脂結合劑與水、與多元醇、醚及酯中至少 1 種所成的可塑劑而得黏性組成物之步驟，及

於前述黏性組成物中混合氣泡之狀態下使其乾燥而得燒結前成形體之步驟，及

其後，於非氧化性氣體環境中，對前述燒結前成形體加熱焙燒之步驟，又，以前述鋁混合原料粉末開始熔化之溫度為 T_m (°C) 時，前述加熱焙燒溫度 T (°C) 滿足 $T_m - 10$ (°C) $\leq T \leq 685$ °C。

2. 如申請專利範圍第 1 項之鋁多孔質燒結體的製造方法，其中前述鋁粉末之平均粒徑為 2 至 200 μm 。

3. 如申請專利範圍第 1 項之鋁多孔質燒結體的製造方法，其中以前述燒結助劑粉末之平均粒徑為 r (μm)，以前述燒結助劑粉末之添加比為 W (質量%) 時，前述 r 及前述 W 滿足 1 (μm) $\leq r \leq 30$ (μm)、 $1 \leq W \leq 20$ (質量%)，且 $0.1 \leq W/r \leq 2$ 。

4. 如申請專利範圍第 1 項之鋁多孔質燒結體的製造方法，其中前述燒結助劑粉末為鈦或氫化鈦中任何一方或雙方。

5. 如申請專利範圍第 1 項之鋁多孔質燒結體的製造

方法，其中在前述得到黏性組成物之步驟中，前述黏性組成物中添加碳數 5 至 8 之非水溶性碳化氫系有機溶劑。

6. 如申請專利範圍第 1 項之鋁多孔質燒結體的製造方法，其中前述水溶性樹脂結合劑之含量為，前述鋁混合原料粉末之質量的 0.5% 至 7% 範圍內。

7. 如申請專利範圍第 1 項之鋁多孔質燒結體的製造方法，其中前述鋁混合原料粉末中添加前述鋁混合原料粉末之質量的 0.02 至 3% 範圍內之表面活性劑。

8. 如申請專利範圍第 1 項之鋁多孔質燒結體的製造方法，其中藉由延伸前述黏性組成物使其厚度為 0.05 mm 至 5 mm 再乾燥，得板狀成形體用之前述燒結前成形體。

9. 一種鋁多孔質燒結體，其特徵為，

具有由有孔金屬燒結體形成的三次元網目構造之金屬骨架，前述金屬骨架間具有空孔，

藉由前述有孔金屬燒結體中分散著 Al-Ti 化合物，且直線長每 1 cm 形成 20 個以上之前述空孔，使全體氣孔率為 70 至 99%，且前述有孔金屬燒結體之前述金屬骨架上具有孔。