



(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 I668897 B

(45)公告日：中華民國 108 (2019) 年 08 月 11 日

(21)申請案號：104108967

(22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 03 月 20 日

(51)Int. Cl. : **H01M10/052 (2010.01)**

(30)優先權：2014/03/31 日本

2014-073556

(71)申請人：日商半導體能源研究所股份有限公司 (日本) SEMICONDUCTOR ENERGY
LABORATORY CO., LTD. (JP)

日本

(72)發明人：內田彩 UCHIDA, AYA (JP)；小國哲平 OGUNI, TEPPEI (JP)；橫井里枝 YOKOI,
RIE (JP)；石川純 ISHIKAWA, JUN (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

CN 101373847A

US 2009/0029249A1

審查人員：謝文瑜

申請專利範圍項數：14 項 圖式數：58 共 191 頁

(54)名稱

蓄電裝置和電子裝置

POWER STORAGE DEVICE AND ELECTRONIC DEVICE

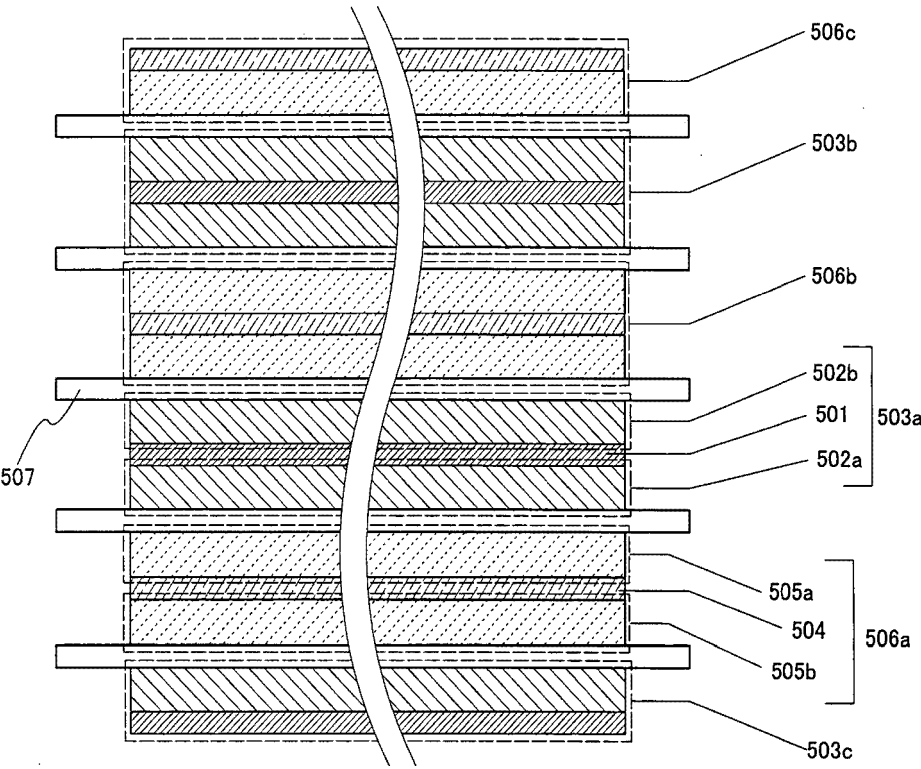
(57)摘要

提供一種具有高容量的蓄電裝置，一種具有高能量密度的蓄電裝置，一種可靠性高的蓄電裝置，以及一種長壽命的蓄電裝置。該蓄電裝置包括隔離體、正極、負極和電解液。電解液包含鹼金屬鹽和離子液體。隔離體位於正極和負極之間。正極的至少一部分與負極重疊。負極的端部的至少一部分位於正極的端部之間的區域的內側。

A power storage device with high capacity, a power storage device with high energy density, a highly reliable power storage device, and a long-life power storage device are provided. The power storage device includes a positive electrode, a separator, a negative electrode, and an electrolytic solution. The electrolytic solution contains an alkali metal salt and an ionic liquid. The separator is located between the positive electrode and the negative electrode. At least part of the positive electrode overlaps with the negative electrode. At least part of an end portion of the negative electrode is located inside a region between end portions of the positive electrode.

指定代表圖：

圖 2



符號簡單說明：

- 501 . . . 正極集電器
- 502a . . . 正極活性物質層
- 502b . . . 正極活性物質層
- 503a . . . 正極
- 503c . . . 正極
- 504 . . . 負極集電器
- 505a . . . 負極活性物質層
- 505b . . . 負極活性物質層
- 506a . . . 負極
- 506b . . . 負極
- 506c . . . 負極
- 507 . . . 隔離體

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

蓄電裝置和電子裝置

Power storage device and electronic device

【技術領域】

[0001] 本發明係關於一種物體、方法或製造方法。或者，本發明係關於一種製程（process）、機器（machine）、產品（manufacture）或組合物（composition of matter）。尤其是，本發明的一個方式係關於一種半導體裝置、顯示裝置、發光裝置、蓄電裝置、記憶體裝置、它們的驅動方法或它們的製造方法。尤其是，本發明的一個方式係關於蓄電裝置及其製造方法。

[0002] 注意，在本說明書中，蓄電裝置是指具有蓄電功能的所有元件以及裝置。例如，鋰離子二次電池等蓄電池、鋰離子電容器以及雙電層電容器等都包括在蓄電裝置的範疇內。

【先前技術】

[0003] 近年來，對於例如，鋰離子二次電池等二次電池、鋰離子電容器及空氣電池等各種蓄電裝置積極地進行了開發。尤其是，例如，伴隨著手機或智慧手機、膝上型個人電腦等可攜式資訊終端、可攜式音樂播放機、數位

相機等電子裝置、醫療設備、混合動力汽車（HEV）、電動汽車（EV）或插電式混合動力汽車（PHEV）等新一代清潔能源汽車等的半導體產業的發展，高輸出、高能量密度的鋰離子二次電池的需求量劇增，作為能夠充電的能量供應源，鋰離子二次電池是今日資訊化社會必需的。

[0004] 對於蓄電裝置，被要求具有大容量、高性能及各種工作環境下的安全性等。

[0005] 為了滿足上述要求，對蓄電裝置的電解液正在活躍的開發之下。有環狀碳酸酯被用作為蓄電裝置的電解液中的有機溶劑。尤其，常使用碳酸亞乙酯，因其高介電常數及高離子傳導性。

[0006] 然而，不僅是碳酸亞乙酯，許多其他有機溶劑都具有揮發性和可燃性。因此，在將有機溶劑用作蓄電裝置的電解液的情況下，由於內部短路、過充電等而可能使蓄電裝置的內部溫度上升，蓄電裝置可能爆裂、起火等。

[0007] 考慮到上述問題，已建議將具有阻燃性及難揮發性的離子液體（也稱為常溫融化鹽）用作鋰離子二次電池的非水電解質的溶劑。這種離子液體的例子包括含有乙基甲基咪唑鎗（Ethylmethylimidazolium；EMI）陽離子的離子液體、含有 N-甲基-N-丙基吡咯烷鎗（P13）陽離子的離子液體或者含有 N-甲基-N-丙基吡啶鎗（PP13）陽離子的離子液體等（參照專利文獻 1）。

[0008] 另外，已作出離子液體的陰離子成分及陽離

子成分的改進，以提供使用具有低黏度、低融化點以及高導電性的離子液體的鋰離子二次電池（參照專利文獻 2）。

[0009]

[專利文獻 1] 日本專利申請公開第 2003-331918 號公報

[專利文獻 2] 國際專利申請公開第 2005/63773 號

【發明內容】

[0010] 本發明的一個方式的目的是提供一種具有高容量的蓄電裝置。本發明的一個方式的另一目的是提供一種具有高能量密度的蓄電裝置。本發明的一個方式的另一目的是提供一種可靠性高的蓄電裝置。本發明的一個方式的另一目的是提供一種長壽命的蓄電裝置。

[0011] 本發明的一個方式的另一目的是提供一種降低的不可逆容量的蓄電裝置。本發明的一個方式的另一目的是提供一種抑制電解液的分解反應，而防止伴隨著充放電循環的增加次數之容量降低的蓄電裝置。本發明的一個方式的另一目的是降低或抑制電解液的分解反應，其在高溫下加快，並防止高溫下藉由充放電的充放電容量的降低，以延伸蓄電裝置的溫度操作範圍。

[0012] 本發明的一個方式的另一目的是提高蓄電裝置的生產率。本發明的一個方式的另一目的是提供一種新穎的蓄電裝置或新穎的電極等。

[0013] 注意，這些目的的記載不妨礙其他目的的存在。本發明的一個方式並不需要實現所有上述目的。上述以外的目的可明顯從說明書、圖式及申請專利範圍等的記載看出，且可以從說明書、圖式及申請專利範圍等的記載中抽出上述以外的目的。

[0014] 本發明的一個方式是一種蓄電裝置，該蓄電裝置包括正極、隔離體、負極和電解液，電解液包含鹼金屬鹽和離子液體，隔離體位於正極和負極之間，正極的至少一部分與負極重疊，負極的端部的至少一部分位於正極的端部之間的區域的內側。

[0015] 另外，本發明的一個方式是一種蓄電裝置，該蓄電裝置包括正極、隔離體、負極和電解液，電解液包含鹼金屬鹽和離子液體，隔離體位於正極和負極之間，正極的至少一部分與負極重疊，負極的寬度比正極小。

[0016] 另外，本發明的一個方式是一種蓄電裝置，該蓄電裝置包括正極、隔離體、負極和電解液，電解液包含鹼金屬鹽和離子液體，隔離體位於正極和負極之間，正極的至少一部分與負極重疊，並且該蓄電裝置具有負極的端部和正極的端部之間的距離為 0.5mm 以下的部分。

[0017] 另外，本發明的一個方式是一種蓄電裝置，該蓄電裝置包括正極、隔離體、負極和電解液，電解液包含鹼金屬鹽和離子液體，隔離體位於正極和負極之間，正極的至少一部分與負極重疊，正極的面積是負極的面積的 98% 以上。

[0018] 在上述結構中，正極和負極重疊的面積較佳為正極的 90% 以上。

[0019] 另外，本發明的一個方式是一種蓄電裝置，該蓄電裝置包括正極、隔離體、負極和電解液，電解液包含鹼金屬鹽和離子液體，隔離體位於正極和負極之間，正極包括正極活性物質層及正極集電器，負極包括負極集電器及負極活性物質層，負極活性物質層隔著隔離體與正極活性物質層相對，負極活性物質層的端部的至少一部分位於正極活性物質層的端部之間的區域的內側。

[0020] 在上述結構中，較佳為負極具有第一區域及第二區域，第一區域包括與負極集電器的至少一個面接觸的負極活性物質層，第二區域包括與集電器的至少一個面接觸的第一層，第一層比負極活性物質層薄，第一層的電阻比負極活性物質層高。在上述結構中，較佳為第一層包含選自聚苯乙烯、聚丙烯酸甲酯（polyacrylic acid methyl）、聚甲基丙烯酸甲酯（polymethylmethacrylate）、聚丙烯酸鈉、聚乙烯醇（polyvinyl alcohol）、聚環氧乙烷、聚環氧丙烷、聚醯亞胺、聚氯乙烯、聚四氟乙烯、聚乙烯、聚丙烯、異丁烯、聚對苯二甲酸乙二醇酯（polyethylene terephthalate）、尼龍、聚偏二氟乙烯、聚丙烯腈、苯乙烯丁二烯橡膠（styrene-butadiene rubber）、苯乙烯-異戊二烯-苯乙烯橡膠（styrene-isoprene-styrene rubber）、丙烯腈-丁二烯橡膠、丁二烯橡膠（butadiene rubber）、乙烯-丙烯-二烯共聚物（ethylene-propylene-

diene copolymer)、羧甲基纖維素、甲基纖維素、乙基纖維素、羟丙基纖維素及二乙醯纖維素、再生纖維素、澱粉中的一種以上。

[0021] 在上述結構中，離子液體較佳為包括具有五元雜芳環的陽離子。

[0022] 在上述結構中，離子液體較佳為包括咪唑鎧陽離子。

[0023] 另外，本發明的一個方式是一種安裝有上述蓄電裝置的電子裝置。

[0024] 另外，本發明的一個方式是一種包括上述蓄電裝置和顯示裝置的電子裝置。

[0025] 根據本發明的一個方式可以提供一種容量高的蓄電裝置。另外，根據本發明的一個方式可以提供一種能量密度高的蓄電裝置。另外，根據本發明的一個方式可以提供一種可靠性高的蓄電裝置。另外，根據本發明的一個方式可以提供一種使用壽命長的蓄電裝置。

[0026] 另外，根據本發明的一個方式可以提供一種不可逆容量得到降低的蓄電裝置。另外，根據本發明的一個方式可以提供一種抑制電解液的分解反應，而抑制伴隨著充放電循環的容量降低的蓄電裝置。根據本發明的一個方式可以藉由降低或抑制在高溫下加快的電解液的分解反應，防止高溫充放電時的充放電容量的降低，而擴大蓄電裝置的使用溫度範圍。

[0027] 另外，根據本發明的一個方式可以提高蓄電

圖 37A 和圖 37B 是示出蓄電池的特性的圖；

圖 38 是示出蓄電池的特性的圖；

圖 39A 和圖 39B 是示出蓄電池的特性的圖；

圖 40A 和圖 40B 是示出蓄電池的充放電循環特性的圖；

圖 41A 和圖 41B 是示出蓄電池的充放電循環特性的圖；

圖 42A 至圖 42C 是對離子液體進行線性掃描伏安測量的結果；

圖 43A 和圖 43B 是對離子液體進行線性掃描伏安測量的結果；

圖 44A 和圖 44B 是隔離體的照片；

圖 45 是負極的照片；

圖 46A 和圖 46B 是說明蓄電裝置的工作的圖；

圖 47A 和圖 47B 是示出蓄電裝置的一個例子的圖；

圖 48A 和圖 48B 是示出蓄電裝置的一個例子的圖；

圖 49A 和圖 49B 是示出蓄電裝置的一個例子的圖；

圖 50A 和圖 50B 是說明圓筒型蓄電池的圖；

圖 51A 至圖 51C 是說明硬幣型蓄電池的圖；

圖 52A 和圖 52B 是用來說明蓄電系統的例子的圖；

圖 53A1、圖 53A2、圖 53B1、圖 53B2 是用來說明蓄電系統的例子的圖；

圖 54A 和圖 54B 是用來說明蓄電系統的例子的圖；

圖 55A 至圖 55G 是說明電子裝置的例子的圖；

圖 56A 至圖 56C 是說明電子裝置的例子的圖；

圖 57 是說明電子裝置的例子的圖；

圖 58A 和圖 58B 是說明電子裝置的例子的圖。

【實施方式】

[0030] 將參照圖式對本發明的實施方式進行詳細的說明。注意，本發明不侷限於這些說明，所屬技術領域的普通技術人員可以很容易地理解一個事實就是其方式和詳細內容可以被變換為各種形式。此外，本發明不應該被解釋為僅限定在以下所示的實施方式所記載的內容中。

[0031] 在本說明書所說明的每個圖式中，有時為了明確起見，誇大表示膜、層或基板等的厚度及領域的大小等各構成要素的大小。因此，各構成要素不侷限於其大小，並不侷限於各構成要素之間的相對大小。

[0032] 在本說明書等中，為了方便起見附加了“第一”、“第二”等序數詞，這些序數詞並不表示製程順序或疊層順序等。因此，例如可以將“第一”適當地置換為“第二”或“第三”等而進行說明。此外，有時本說明書等所記載的序數詞與用來指定本發明的一個方式的序數詞不一致。

[0033] 另外，在本說明書等所說明的本發明的構成中，在不同圖式之間共同使用同一符號表示同一部分或具有相同功能的部分而省略其重複說明。另外，當表示具有相同功能的部分時有時使用相同的陰影線，而不特別附加

元件符號。

[0034] 注意，在本說明書等中，有時將蓄電裝置用的正極和負極稱為“電極”，此時“電極”表示正極和負極中的至少一方。

[0035] 在此，對充電率及放電率進行說明。例如，在對容量 $X[\text{Ah}]$ 的二次電池進行恆流充電的情況下，充電率 $1C$ 為到充電結束需要 1 小時時的電流值 $I[\text{A}]$ ，充電率 $0.2C$ 為 $I/5[\text{A}]$ （即，到充電結束需要 5 小時時的電流值）。同樣地，放電率 $1C$ 為到放電結束需要 1 小時時的電流值 $I[\text{A}]$ ，放電率 $0.2C$ 為 $I/5[\text{A}]$ （即，到放電結束需要 5 小時時的電流值）。

[0036]

實施方式 1

在本實施方式中，說明根據本發明的一個方式的蓄電裝置的結構的一個例子。

[0037]

[蓄電裝置的結構]

在此，使用圖 1 說明本發明的一個方式的蓄電裝置的一個例子。圖 1 示出蓄電裝置 500 的剖面圖的一個例子。圖 1 所示的蓄電裝置 500 包括一個以上的正極、一個以上的負極、夾在正極和負極之間的一個以上的隔離體 507、電解液 508 以及外包裝體 509。在外包裝體 509 中含有電解液 508。圖 2 是圖 1 所示的由虛線圍繞的區域的放大圖，並示出放大蓄電裝置 500 所包括的正極、負極及隔離

5

體的剖面圖。蓄電裝置 500 包括正極 503a 至正極 503c。每個正極都包括正極集電器及正極活性物質層。正極 503a 包括正極集電器 501、正極活性物質層 502a 及第二正極活性物質層 502b。蓄電裝置 500 包括負極 506a 至負極 506c。每個負極都包括負極集電器及負極活性物質層。負極 506a 包括負極集電器 504、負極活性物質層 505a 及第二負極活性物質層 505b。正極活性物質層 502a 和負極活性物質層 505a 隔著隔離體 507 互相相對。

[0038] 在此，活性物質只是指與用作載子的離子的插入及萃取有關的物質，但是在本說明書等中，將包括事實上是“活性物質”的材料、和用於導電助劑或黏合劑等的物質也統稱為活性物質層。

[0039] 在此，圖 3 的透視圖示出在蓄電裝置 500 中的正極和負極之間夾住隔離體，依次層疊的情況。在圖 3，為了容易理解，雖然在正極和隔離體之間及在隔離體和負極之間設置有間隔，但是它們也可以是互相接觸。

[0040] 在此，說明蓄電裝置 500 中的正極及負極之間的大小關係以及位置關係。在蓄電裝置 500 中，正極和負極的面積較佳大致相等。

[0041] 例如，隔著隔離體互相面對的正極和負極的面積較佳大致相等。在圖 2 中，正極 503a 和負極 506a 的面積大致相等，其中，可以縮小負極和正極不重疊的區域（或者，理想的是消除）且可以降低蓄電裝置的不可逆容量。

[0042] 或者，隔著隔離體互相面對的正極活性物質層和負極活性物質層的面積較佳大致相等。在圖 2 中，正極活性物質層 502a 和負極活性物質層 505a 的面積大致相等。

[0043] 例如，在正極及負極具有端子部的情況下，正極的除端子部之外的面積與負極的除端子部的區域的面積也可以大致相等。

[0044] 如圖 2 的例子所示，例如正極 503a 和負極 506a 的端部較佳為大概對齊彼此。或者，正極活性物質層 502a 和負極活性物質層 505a 的端部較佳為大概對齊彼此。

[0045] 圖 4A 和圖 4B 示出俯視負極 506a、負極 506a 和正極 503a 之間的隔離體 507 及正極 503a 時的圖。圖 4A 示出正極 503a 和負極 506a 的面積大致相同且其端部大致對齊的情況。在本說明書中，端部是指如圖 4A 等所示的在俯視或從頂面看時的端部。

[0046] 或者，如圖 4B 所示，也有正極 503a 和負極 506a 的面積大致相同但其端部的一部分或全部不對齊的情況。在此，圖 4C 示出圖 4B 的情況的負極 506a 的更詳細的俯視圖。在圖 4C 中示出負極 506a 的負極活性物質層 505a 隔著隔離體 507 與正極活性物質層 502a 或/及正極集電器 501 重疊的區域 261、負極 506a 的負極活性物質層 505a 不與正極活性物質層 502a 及正極集電器 501 重疊的區域 262。此時，區域 262 的面積越小越好。另外，正極

503a 的端部和負極 506a 的端部之間的距離越短越好。在此，例如正極 503a 的端部和負極 506a 的端部之間的距離較佳為 0.5mm 以下，更佳為 0.2mm 以下，進一步較佳為 0.1mm 以下。或者，正極 503a 和負極 506a 之間的寬度差或長度差較佳為 1mm 以下，更佳為 0.4mm 以下，進一步較佳為 0.2mm 以下。

[0047] 或者，負極的端部較佳為位於正極的端部之間的區域的內側。例如，在隔著隔離體互相相對的正極活性物質層和負極活性物質層中，負極活性物質層的端部較佳為位於正極活性物質層的端部之間的區域的內側。圖 5 是放大蓄電裝置 500 的剖面的一部分的圖。例如，如圖 5 所示，負極 506a 的端部較佳為位於正極 503a 的端部之間的區域的內側。圖 6 示出俯視圖 5 中的負極 506a、負極 506a 和正極 503a 之間的隔離體 507 及正極 503a 時的圖。

[0048] 由於負極 506a 的端部位於正極 503a 的端部之間的區域的內側，所以負極 506a 的全部可以與正極 503a 重疊。或者，可以縮小負極 506a 和正極 503a 不重疊的區域的面積。當對於負極 506a 的面積正極 503a 的面積過大時，正極 503a 的多餘部分增多，而蓄電裝置 500 的每體積的容量降低。因此，例如在負極 506a 的端部位於正極 503a 的端部之間的區域的內側時，正極 503a 的端部和負極 506a 的端部之間的距離較佳為 3mm 以下，更佳為 0.5mm 以下，進一步較佳為 0.1mm 以下。或者，正極 503a 和負極 506a 之間的寬度差或長度差較佳為 6mm 以

下，更佳為 1mm 以下，進一步較佳為 0.2mm 以下。

[0049] 另一方面，圖 7 示出負極的端部位於正極的端部的外側的情況的例子。在此，圖 7 是放大蓄電裝置 500 的剖面的一部分的圖。在圖 7 中，負極 506a 的負極活性物質層 505a 包括與正極 503a 重疊的區域 261、以及位於正極 503a 的端部的外側並與區域 261 接觸的區域 262。圖 8A 示出俯視圖 7 中的負極 506a、負極 506a 和正極 503a 之間的隔離體 507 及正極 503a 時的圖。圖 8B 示出俯視圖 7 中的負極 506a 時的圖。

[0050] 在圖 7 及圖 8B 所示的區域 261 中，負極 506a 隔著隔離體 507 與正極活性物質層 502a 重疊。或者，在區域 261 中，也可以具有負極 506a 隔著隔離體不與正極活性物質層 502a 重疊，而只與正極集電器 501 重疊的部分，但是負極 506a 較佳為與正極活性物質層 502a 重疊。區域 262 是負極 506a 不與正極活性物質層 502a 及正極集電器 501 重疊的區域。

[0051] 在此，區域 262 的面積越小越好。或者，在圖 7 及圖 8A 和圖 8B 中，正極 503a 的端部和負極 506a 的端部之間的距離越短越好。例如正極 503a 的端部和負極 506a 的端部之間的距離較佳為 0.01mm 以上且 0.5mm 以下，更佳為 0.01mm 以上且 0.2mm 以下，進一步較佳為 0.01mm 以上且 0.1mm 以下。或者，正極 503a 和負極 506a 之間的寬度差或長度差較佳為 0.02mm 以上且 1mm 以下，更佳為 0.02mm 以上且 0.4mm 以下，進一步較佳為

0.02mm 以上且 0.2mm 以下。

[0052] 在此，區域 262 的面積極小的情況例如是指圖 2 及圖 4A 所示的正極 503a 的端部和負極 506a 的端部重疊的情況。或者，例如是圖 5 及圖 6 所示的正極 503 的端部位於負極 506 的端部的外側的情況。

[0053] 在此，使用圖 7、圖 8A 和圖 8B 說明在蓄電裝置 500 的負極 506a 具有不與正極 503a 重疊的區域時在蓄電裝置 500 中發生的反應。區域 262 中，負極活性物質層 505a 中的不與正極活性物質層 502a 及/或正極集電器 501 重疊。關於第一反應以及第二反應將在後面進行詳細的說明，在蓄電裝置 500 中假設第一反應例如是與鋰離子的可逆反應，假設第二反應例如是電解液的分解等不可逆反應。當將在第一反應中接受的電子數設定為 $R1$ ，將在第二反應中接受的電子數設定為 $R2$ 時，區域 262 中的 $R2/R1$ 的值被認為比區域 261 大。因此，當區域 262 的面積大時，有時不可逆容量增高而蓄電裝置的容量降低。在此，例如，區域 262 的面積較佳為區域 261 的 2% 以下，更佳為 1% 以下。或者，正極活性物質層 502a 的面積較佳為負極活性物質層 505a 的 98% 以上，更佳為 99% 以上。在此，面積是指例如圖 8A 和圖 8B 所示的俯視圖中的面積。

[0054] 另外，正極活性物質層 502a 的面積也可以超過負極活性物質層 505a 的面積的 100% (1 倍)。例如，正極活性物質層 502a 的面積為負極活性物質層 505a 的

1.3 倍以下，更佳為 1.2 倍以下，進一步較佳為 1.1 倍以下。

[0055] 區域 261 是存在有隔著隔離體與負極活性物質層 505a 相對的正極活性物質層 502a 或/及正極集電器 501 的區域。被認為在這樣的區域中施加到正極和負極之間的電場的分佈大致均勻。另一方面，被認為在區域 262 中負極活性物質層 505a 不與正極活性物質層 502a 或/及正極集電器 501 重疊，因此與區域 261 相比施加到正極和負極之間的電場的分佈不均勻。

[0056] 例如，在充電中，從正極活性物質層 502a 釋放的鋰離子到電解液中，因此正極活性物質層 502a 表面附近的鋰離子濃度得到提高。在正極活性物質層 502a 和負極活性物質層 505a 之間產生鋰離子的濃度梯度。由於這樣的濃度梯度，而例如有可能負極活性物質層 505a 中的電池反應被促進。

[0057] 在此，也可以認為從正極活性物質層 502a 到區域 261 的距離大致取決於夾在其間的隔離體的厚度。就是說，可以說當區域 262 的寬度，即從區域 261 和區域 262 之間的邊界到區域 262 的另一個端部的距離比隔離體的厚度大時，區域 262 和正極活性物質層 502a 之間的距離比區域 261 和正極活性物質層 502a 之間的距離大。因此，與在區域 261 中相比，有可能在區域 262 中不容易發生電池反應。

[0058] 在此，考慮作為電解液的溶劑使用離子液體

的情況。離子液體的陽離子及陰離子具有電荷，因此被認為與有機溶劑等的分子相比，容易存在於電極表面，例如活性物質層或集電器的表面附近。因此，被認為活性物質層的表面或集電器的表面上的分解反應也更容易發生。另外，也有妨礙載子離子，例如鋰離子的電池反應的可能性。因此，在作為電解液的溶劑使用離子液體時，會容易明顯受到電場的分佈或鋰濃度的影響。

[0059] 在此，在負極 506a 中負極集電器 504 的端部無須和負極活性物質層 505a 的端部對齊。

[0060] 圖 9 至圖 11 是放大蓄電裝置 500 的剖面的一部分的圖。圖 9 示出負極集電器 504 的端部位於負極活性物質層 505a 的端部的外側的情況的例子。此時，如圖 9 所示，負極活性物質層 505a 的端部較佳為與正極 503a 的端部大致對齊。

[0061] 或者，如圖 10 所示，例如負極活性物質層 505a 的端部較佳為位於正極 503a 的端部之間的區域的內側。

[0062] 如圖 11 所示，在正極 503a 中正極集電器 501 的端部無須和正極活性物質層 502a 的端部對齊。此時，如圖 11 所示，例如負極活性物質層 505a 的端部較佳為與正極活性物質層 502a 大致對齊。或者，雖然未示出在圖 11 中，但是負極活性物質層 505a 較佳為位於正極活性物質層 502a 的內側。

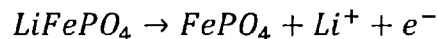
[0063] 在此，對蓄電裝置 500 的工作進行說明。在

此，以蓄電裝置 500 是鋰離子二次電池的情況為例子進行說明。在此，示出作為正極活性物質使用 LiFePO_4 且作為負極活性物質使用石墨的鋰離子二次電池作為例子，但是用於本發明的一個方式的蓄電裝置的活性物質不侷限於此。

[0064] 圖 46A 示出對鋰離子二次電池進行充電時的蓄電裝置 500 和充電器 1122 之間的連接結構。當蓄電裝置 500 是鋰離子二次電池時，在充電時，在正極中發生以下的化學反應式（1）的反應。

[0065]

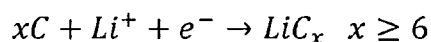
[化學式 1]



[0066] 在充電時，在負極中發生以下的化學反應式（2）的反應。

[0067]

[化學式 2]



[0068] 在此，例如電解液在一些情況下在電池反應電位在電極表面附近分解。在很多情況下，這種分解反應是不可逆反應，且因此，可導致蓄電裝置的容量的損失。尤其是，在負極中，電池反應電位低，其容易造成電解液的還原分解，而容易降低容量。

[0069] 在此，更詳細地說明負極的反應。將以化學反應式（2）表示的反應稱為第一反應。

[0070] 另一方面，在負極中，在一些情況下發生在充電時由化學反應式（2）表示的反應以外的反應。例如，有可能電解液在電極表面附近分解。此外，在使用離子液體作為電解液的溶劑的情況下，陽離子等會嵌入活性物質的層間的各間隙。在很多情況下，這些反應是不可逆反應。將這樣的化學反應式（2）表示的反應以外的反應中的不可逆反應稱為第二反應。

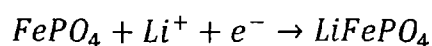
[0071] 因為第二反應是不可逆反應，所以在發生第二反應時，放電容量變得比充電容量低。因此，第二反應導致蓄電裝置的容量降低。這是為什麼第二反應較佳為越可忽略越好。

[0072] 第二反應可在電極表面上形成塗膜。在一些情況下所形成的塗膜用作鈍化膜。這鈍化膜可以抑制由充電或放電的鋰離子以外的離子的分解反應。因此，有可能可以抑制形成塗膜之後的蓄電裝置的容量降低。因此，形成塗膜之是較佳的。

[0073] 接著，對放電進行說明。圖 46B 示出當對鋰離子二次電池進行放電時的蓄電裝置 500 和負載 1123 的連接結構。在放電時，在正極中，發生以下的化學反應式（3）所表示的反應。

[0074]

[化學式 3]

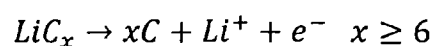


[0075] 在放電時，在負極中，發生以下的化學反應

式（4）所表示的反應。

[0076]

[化學式 4]



[0077] 考察在負極中，除了化學反應式（4）所表示的反應以外，接著還發生電解液的分解等不可逆反應的情況。此時，有時下一次充放電循環中的充電容量比放電容量低。就是說，在不可逆反應繼續時，伴隨著充放電循環容量會逐漸降低。

[0078] 在此，詳細地說明在作為電解液的溶劑使用離子液體時發生的第二反應。

[0079] 因為離子液體所包括的陽離子及陰離子具有電荷，所以例如可以在電極表面等上形成雙電層，可以將其用於雙電層電容器等蓄電裝置。

[0080] 另一方面，離子液體所包括的陽離子及陰離子有時在電極表面附近分解。分解反應的大部分是不可逆反應，這有可能導致蓄電裝置的容量降低。

[0081] 離子液體中的離子在一些情況下在以石墨等為典型的層間化合物中嵌入層間的各間隙或在嵌入之後從間隙脫嵌。例如，在將石墨用作蓄電裝置的負極活性物質時，有時陽離子嵌入石墨的層間的各間隙。在此情況下，在嵌入時，在電極表面接受電荷來產生充電容量。

[0082] 在此，例如考察在陽離子嵌入石墨的層間的各間隙之後不能脫嵌的情況。此時，該反應是不可逆反

應，會導致容量的損失。另外，在嵌入的陽離子分解時或者在嵌入或脫嵌的過程中陽離子分解時，在很多情況下該分解反應是不可逆反應，這有可能導致蓄電裝置的容量損失。

[0083] 這些不可逆反應是第二反應的一個例子。被認為第二反應與化學反應式(1)至化學反應式(4)的反應同時發生。與第二反應相比容易發生電池工作的正常反應，即化學反應式(1)至化學反應式(4)的反應的環境可以增加蓄電裝置的容量，所以是較佳的。

[0084] 在後面的實施例中將說明詳細內容，發明人等發現：在蓄電裝置的負極中，不與正極重疊的區域有可能導致首次不可逆容量的增大。就是說，可知在負極中的不與正極重疊的區域大時容易發生上述第二反應。此外可知這種現象在作為蓄電裝置的電解液使用離子液體時是很明顯的。

[0085] 由此可知：例如藉由縮小負極中的不與正極重疊的區域，可以降低首次不可逆容量。

[0086] 接著，對可以用作電解液的溶劑的離子液體的例子進行說明。

[0087] 在包括季銨陽離子、三級銻陽離子或季磷陽離子等脂肪族鎗陽離子的離子液體的情況下，其具有的還原電位比包括咪唑鎗陽離子等芳香族陽離子的離子液體低，所以在一些情況下可以降低蓄電裝置的不可逆容量。但是，該離子液體的黏度高，所以離子（例如，鋰離子）

的傳導性低。另外，當將該離子液體用於鋰離子電池時，在低溫環境（尤其是 0℃ 以下）下，該離子液體（明確而言，包含該離子液體的電解質）的電阻增高，從而難以提高充放電速度。

[0088] 在較佳使用包括咪唑鎧陽離子等芳香族陽離子的離子液體作為電解液的溶劑的情況下，因其黏度比包括脂肪族化合物的陽離子的離子液體低，因此可以提高充放電速度。另一方面，咪唑鎧陽離子等芳香族陽離子有時容易在蓄電裝置的構成材料的活性物質或集電器等表面上發生還原分解。其結果是，不可逆容量增高。此外，有時導致伴隨著充放電循環的容量降低。這些現象有可能源於咪唑鎧陽離子等芳香族陽離子的還原電位高。例如，這些現象有可能源於咪唑鎧陽離子的結構。因此，特別較佳的是：咪唑鎧陽離子等芳香族陽離子，其是蓄電裝置的構成材料，在活性物質或集電器等表面上發生還原分解被抑制。

[0089] 例如雖然包括季銨陽離子、三級銦陽離子及季鎘陽離子等脂肪族鎧陽離子的離子液體具有較低的還原電位但是例如在高溫度的充放電循環下有可能在蓄電裝置的構成材料的活性物質或集電器等表面上發生還原分解。

[0090] 根據本發明的一個方式，例如可以抑制在蓄電裝置 500 的活性物質層或集電器等表面上發生的電解液的分解反應，並提高蓄電裝置的容量。

[0091] 有時在負極集電器 504 及正極集電器 501 的表面上發生與電解液 508 的不可逆反應。因此，較佳為正極集電器 501 及負極集電器 504 的與電解液的反應小。

[0092] 作為正極集電器 501 及負極集電器 504，例如可以使用金、鉑、鋅鐵、鎳、銅、鋁、鈦、鉭、錒、錳等金屬、以及包含這些金屬的合金等（不鏽鋼等）。也可以使用燒結的碳等。也可以使用覆蓋有碳、鎳、鈦等的銅或不鏽鋼。此外，還可以使用添加有矽、鈦、鋁、鉬等提高耐熱性的元素的鋁合金。另外，也可以使用與矽發生反應形成矽化物的金屬元素。作為與矽發生反應而形成矽化物的金屬元素，可以舉出鋯、鈦、鉛、鈮、鋇、鉭、鉍、鉬、鎢、鈷、鎳等。

[0093] 藉由將不鏽鋼等用作集電器，有時可以進一步減小與電解液的反應，所以是較佳的。

[0094] 正極集電器 501 及負極集電器 504 各可以適當地使用包括箔狀、板狀（薄片狀）、網狀、圓柱狀、線圈狀、打孔金屬網狀、擴張金屬網狀、多孔狀或不織布各種形狀。而且，為了加強與活性物質層的密接性，例如，也可以形成正極集電器 501 及負極集電器 504 各者以在其之表面上具有微凹凸。正極集電器 501 及負極集電器 504 較佳各具有的厚度為 $5\mu\text{m}$ 以上且 $30\mu\text{m}$ 以下。

[0095]

<突片區域>

在此，例如，如圖 12A 所示，正極 503a 及負極 506a

也可以分別具有突片區域 281a 及突片區域 282a。突片區域 281a 及突片區域 282a 也可以與用作蓄電裝置的端子的引線電極連接。例如，也可以鉚錫突片區域的一部分和引線電極。在設置於正極 503a 的突片區域 281a 中較佳為使正極集電器的至少一部分露出。另外，在設置於負極 506a 的突片區域 282a 中，較佳為使負極集電器的至少一部分露出。由於使集電器的一部分露出，所以可以降低引線電極和集電器之間的接觸電阻。

[0096] 然而，集電器表面的露出可容易造成電解液 508 和集電器之間的反應。因此，使集電器表面露出的區域的面積較佳為小。在此，藉由在突片區域 281a 和突片區域 282a 中的不與引線電極鉚錫的區域的表面的至少一部分上形成具有高絕緣性的層 271，在一些情況下可以抑制與電解液 508 的不可逆反應。尤其是，負極具有低的反應電位；因此，電解液更容易分解。因此，更佳為在突片區域 282a 的表面上形成層 271。

[0097] 在此，說明在突片區域 282a 的表面的一部分上形成層 271 的例子。圖 12B 及圖 12C 是俯視負極 506a 的圖。在圖 12B 中，在負極 506a 的突片區域 282a 中，集電器表面的至少一部分露出。對突片區域 282a 鉚錫後述的引線電極。如圖 12C 所示，突片區域 282a 包括區域 284a、以及相鄰於區域 284a 並更近於突片區域的先端的區域 283a 這兩個區域。在此，例如在對圖 12C 所示的區域 283a 的至少一部分鉚錫引線電極時，較佳為在區域

284a 的表面上形成層 271。此外，區域 284a 的表面更佳為被層 271 覆蓋。例如，層 271 較佳為具有比負極活性物質層 505a 高的電阻。例如，層 271 較佳為比負極活性物質層 505a 薄。在此，既可以預先在區域 284a 的表面上形成層 271 之後對區域 283a 鍍錫引線電極，又可以在對區域 283a 鍍錫引線電極之後在區域 284a 的表面上形成層 271。在此，圖 13A 及圖 13B 示出沿著圖 12C 的點劃線 A-B 的剖面。在圖 13A 中，較佳為在區域 284a 的至少一部分設置層 271。在區域 283a 的至少一部分中，較佳為使負極集電器 504 的表面露出。在此，例如層 271 較佳為比負極活性物質層 505a 薄。如圖 13B 所示，作為層 271 也可以是島狀區域分散地存在的結構。

[0098] 層 271 例如使用具有絕緣性高的材料形成。在此，具有絕緣性高的材料較佳為不易溶解於電解液。此外，具有絕緣性高的材料較佳為不在集電器的電位發生明顯的分解。具有絕緣性高的材料的例子包括聚苯乙烯、聚丙烯酸甲酯（polyacrylic acid methyl）、聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA，polymethylmethacrylate）、聚丙烯酸鈉、聚乙醇（PVA，polyvinyl alcohol）、聚環氧乙烷（PEO）、聚環氧丙烷、聚醯亞胺、聚氯乙烯、聚四氟乙烯、聚乙烯、聚丙烯、異丁烯、聚對苯二甲酸乙二醇酯（polyethylene terephthalate）、尼龍、聚偏二氟乙烯（PVdF）、聚丙烯腈（PAN）等。也可以使用苯乙烯丁二烯橡膠（SBR，styrene-butadiene rubber）、苯乙烯-異戊

二烯-苯乙烯橡膠 (styrene-isoprene-styrene rubber)、丙烯腈-丁二烯橡膠、丁二烯橡膠 (butadiene rubber)、乙烯-丙烯-二烯共聚物 (ethylene-propylene-diene copolymer) 等橡膠材料等。替代地，也可以使用例如，羧甲基纖維素 (CMC)、甲基纖維素、乙基纖維素、羥丙基纖維素及二乙醯纖維素、再生纖維素等纖維素衍生物、澱粉等水溶性高分子等。替代地，也可以組合使用多個這些材料。尤其是，更佳為組合使用任合上述橡膠材料和任合水溶性高分子。

[0099] 在此，使用圖 14A 至圖 14D 說明正極 503a 包括突片區域 281 並且負極 506a 包括突片區域 282 的情況。圖 14A 至圖 14C 例示出俯視負極 506a、負極 506a 和正極 503a 之間的隔離體 507 及正極 503a 的圖。

[0100] 圖 14A 示出除了突片區域以外正極 503a 的端部和負極 506a 的端部大致對齊的例子。圖 14B 示出除了突片區域以外負極 506a 的端部位於正極 503a 的端部之間的區域的內側的例子。

[0101] 在因為除了突片區域 282 以外負極 506a 和正極 503a 重疊，所以圖 14A 及圖 14B 的例子是較佳的。負極 506a 較佳與正極 503a 重疊，在此情況下蓄電裝置 500 的不可逆反應得到抑制。抑制不可逆反應得到抑制蓄電裝置 500 的容量降低。在此情況下，可能獲得高容量，其是較佳的。

[0102] 另一方面，圖 14C 示出除了突片區域以外負

S

極 506a 的端部位於正極 503a 的端部的外側的例子。使用圖 14D 詳細地說明圖 14C 中的負極 506a 與正極 503a 重疊的區域、以及其他區域。

[0103] 圖 14D 是負極 506a 的俯視圖。圖 14D 所示的負極 506a 所具有的區域 261 表示圖 14C 中的負極 506a 與正極 503a 重疊的區域。區域 262 表示圖 14C 中的負極 506a 不與正極 503a 重疊的區域。區域 285 表示圖 14C 中的負極 506a 與正極 503a 的突片區域重疊的區域。在此，為了抑制蓄電裝置的不可逆反應，較佳為區域 262 的面積小。由於不可逆反應得到抑制，可以抑制蓄電裝置 500 的容量降低，而有可能提高容量，所以是較佳的。

[0104] 接著，圖 15A、圖 15B 及圖 16 示出正極 503a、負極 506a 及隔離體的俯視圖。圖 15A 例示出正極 503a、負極 506a 及隔離體都是矩形時的俯視圖。在此，正極 503a 的端部和負極 506a 的端部之間的距離（或間隔）例如是指如圖 15A 等所示的在俯視時正極及負極為矩形的情況下的長邊之間的距離 131 或短邊之間的距離 132。

[0105] 正極 503a 的寬度及長度例如可以是圖 15A 等所示的寬度 137 及長度 139。同樣地，負極 506a 的寬度及長度例如可以是圖 15A 等所示的寬度 136 及長度 138。

[0106] 例如，圖 15B 示出正極 503a 及負極 506a 分別具有突片區域 281 及突片區域 282 的情況。在正極 503a 及負極 506a 分別具有突片區域 281 及突片區域 282

時，正極 503a 或負極 506a 的寬度或長度也可以不包括突片區域 281 或突片區域 282。例如，正極 503a 的寬度及長度例如可以是圖 15B 所示的寬度 137 及長度 139。同樣地，負極 506a 的寬度及長度例如可以是圖 15B 所示的寬度 136 及長度 138。

[0107] 例如，圖 16 示出正極 503a 的端部和負極 506a 的端部不平行的情況。在此情況下，也可以是多處測量端部之間的距離，計算出其平均。在圖 16 中，示出作為端部之間的距離測量距離 133a 至距離 133c、距離 134a 和距離 134b 的例子，但是測量的位置以及測量的數量不侷限於此。

[0108]

<蓄電裝置的結構要素>

接著，說明蓄電裝置 500 的結構要素。正極活性物質層包括正極活性物質。作為正極活性物質，可以使用鋰離子能夠插入並萃取的材料，例如可以使用具有橄欖石型結構、層狀岩鹽型結構、尖晶石型結構、NASICON（鈉超離子導體）結晶結構的材料等。關於可以用於正極活性物質的材料，將在實施方式 3 中進行詳細的說明。

[0109] 負極活性物質層包括負極活性物質。作為負極活性物質，例如可以使用碳類材料、合金類材料等。關於可以用於負極活性物質的材料，將在實施方式 3 中進行詳細的說明。

[0110] 正極活性物質層及負極活性物質層也可以包

括導電助劑。作為導電助劑，例如可以使用碳材料、金屬材料及導電性陶瓷材料等。此外，作為導電助劑，也可以使用纖維狀的材料。關於可以用於導電助劑的材料，將在實施方式 3 中進行詳細的說明。

[0111] 正極活性物質層及負極活性物質層也可以包括黏合劑。關於可以用於黏合劑的材料，將在實施方式 3 中進行詳細的說明。

[0112] 作為隔離體 507，例如，可以使用如下材料：紙、不織布、玻璃纖維、陶瓷、或使用聚醯胺、維尼綸（聚乙烯醇類纖維）、聚酯、丙烯酸、聚烯烴、聚氨酯的合成纖維等所形成的材料。

[0113] 電解液 508 的溶劑較佳為包含具有阻燃性及難揮發性的離子液體（常溫融化鹽）。也可以使用一個或組合多個種類的離子液體。藉由使用包含離子液體的電解液 508，即使當由於蓄電裝置的內部短路、過充電等而使內部溫度上升時，也可以防止蓄電裝置破裂、起火等。離子液體由陽離子及陰離子組成。離子液體包括有機陽離子及陰離子。該有機陽離子的例子包括諸如咪唑鎗陽離子及吡啶鎗陽離子等芳香族陽離子、以及諸如季銨陽離子、三級鎂陽離子及季鎂陽離子等脂肪族鎂陽離子。該陰離子的例子包括諸如一價醯胺類陰離子、一價甲基化物類陰離子、氟磺酸陰離子、全氟烷基磺酸陰離子、四氟硼酸鹽、全氟烷基硼酸鹽、六氟磷酸鹽或全氟烷基磷酸鹽等。可以用作電解液 508 的溶劑的離子液體將在實施方式 2 中進行

詳細的說明。

[0114] 作為電解液 508 的溶劑，也可以對上述離子液體混合非質子有機溶劑而使用。作為非質子有機溶劑，例如可以以任意組合及比率使用碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）、碳酸丁烯酯、氯代碳酸乙烯酯、碳酸仲乙烯酯、 γ -丁內酯、 γ -戊內酯、碳酸二甲酯（DMC）、碳酸二乙酯（DEC）、碳酸甲乙酯（EMC）、甲酸甲酯、醋酸甲酯、丁酸甲酯、1,3-二氧六環、1,4-二氧六環、二甲氧基乙烷（DME）、二甲亞砜、二乙醚、甲基二甘醇二甲醚（methyl diglyme）、乙腈、苯腈、四氫呋喃、環丁砜、磺內酯等中的一種以上或兩種以上。

[0115] 也可以對電解液添加碳酸仲乙烯酯、丙烷磺內酯（PS）、三級丁基苯（TBB）、氯代碳酸乙烯酯（FEC）、LiBOB 等添加劑。將添加劑的濃度設定為溶劑整體的 0.1weight% 以上且 5weight% 以下，即可。

[0116] 此外，作為溶解於上述溶劑的電解質，當將鋰離子用於載子時，例如可以以任意組合及比率使用 LiPF_6 、 LiClO_4 、 LiAsF_6 、 LiBF_4 、 LiAlCl_4 、 LiSCN 、 LiBr 、 LiI 、 Li_2SO_4 、 $\text{Li}_2\text{B}_{10}\text{Cl}_{10}$ 、 $\text{Li}_2\text{B}_{12}\text{Cl}_{12}$ 、 LiCF_3SO_3 、 $\text{LiC}_4\text{F}_9\text{SO}_3$ 、 $\text{LiC}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_3$ 、 $\text{LiC}(\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_2)_3$ 、 $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$ 、 $\text{LiN}(\text{C}_4\text{F}_9\text{SO}_2)(\text{CF}_3\text{SO}_2)$ 、 $\text{LiN}(\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_2)_2$ 等鋰鹽中的一種或兩種以上。

[0117] 用於蓄電裝置的電解液較佳為高度純化並含有少量的粒狀的塵埃或電解液的構成元素以外的元素（以

下，簡單地稱為“雜質”）。具體而言，雜質的相對於電解液的重量比為 1% 以下，較佳為 0.1% 以下，更佳為 0.01% 以下。

[0118] 也可以使用由電解液使聚合物膨脹而成的凝膠電解質。作為凝膠電解質（聚合物凝膠電解質）的例子，可以舉出作為支撐體使用主體聚合物，使其包含上述電解液而成的凝膠電解質。

[0119] 以下，說明主體聚合物的例子。作為主體聚合物，例如可以使用聚環氧乙烷（PEO）等具有聚環氧烷結構的聚合物、PVdF、聚丙烯腈及包含它們的共聚物等。例如，也可以使用 PVdF 和六氟丙烯（HFP）的共聚物的 PVdF-HFP。所形成的聚合物也可以具有多孔形狀。

[0120] 也可以組合使用電解液與包含硫化物類或氧化物類等無機物材料的固體電解質或包含 PEO（聚環氧乙烷）類等高分子材料的固體電解質。例如，也可以在活性物質層的表面形成固體電解質。在組合使用固體電解質和電解液時，有時不需要隔離體或間隔物。

[0121] 在外包裝體 509 中，較佳為與電解液接觸的面，即內側的面不與電解液發生明顯的反應。當水分從蓄電裝置 500 的外部進入蓄電裝置中時，電解液的成分等會與水發生反應。因此，外包裝體 509 較佳為具有低水分透過性。

[0122]

[薄型蓄電池]

在此，參照圖 17A 至圖 17C 說明根據本發明的一個方式的蓄電裝置 500 的例子。圖 17A 示出作為蓄電裝置 500 的一個例子的薄型蓄電池。圖 18A 示出沿著圖 17A 所示的點劃線 A1-A2 的剖面，圖 18B 示出沿著圖 17A 所示的點劃線 B1-B2 的剖面。在此，蓄電裝置 500 包括正極 503、負極 506、隔離體 507、外包裝體 509、正極導線電極 510 及負極導線電極 511。

[0123] 圖 17B 示出正極 503 的外觀圖。在此，正極 503 包括正極集電器 501 及正極活性物質層 502。正極 503 較佳包括具有突片區域 281。正極導線電極 510 較佳為與突片區域 281 的一部分銲錫。突片區域 281 較佳包括使正極集電器 501 露出的區域，藉由對露出正極集電器 501 的區域銲錫正極導線電極 510，可以進一步降低接觸電阻。雖然圖 17B 示出在突片區域 281 全區域中露出正極集電器 501 的例子，但是突片區域 281 也可以部分地包括正極活性物質層 502。

[0124] 圖 17C 示出負極 506 的外觀圖。在此，負極 506 包括負極集電器 504 及負極活性物質層 505。負極 506 較佳包括具有突片區域 282。負極導線電極 511 較佳為與突片區域 282 的一部分銲錫。突片區域 282 較佳包括使負極集電器 504 露出的區域，藉由對露出負極集電器 504 的區域銲錫負極導線電極 511，可以進一步降低接觸電阻。雖然圖 17C 示出在突片區域 282 全區域中使負極集電器 504 露出的例子，但是突片區域 282 也可以部分地包

括負極活性物質層 505。

[0125] 使用撓性的外包裝體允許了圖 17A 所示的薄型蓄電池可以具有撓性。當薄型蓄電池具有撓性時，它可以使用在其至少一部分是撓性的電子裝置中，且可以使蓄電池隨電子裝置彎曲而彎曲。

[0126] 雖然圖 17A 及圖 11 各示出正極和負極的端部大致對齊彼此的例子，但是如圖 5 及圖 6 所示，正極的端部的至少一部分也可以位於負極的端部的外側。或者，如圖 7、圖 8A 和圖 8B 所示，有時負極的端部位於正極的端部的外側，在此情況下，如在圖 7 及圖 8A 和圖 8B 中說明那樣，位於正極的外側的負極活性物質層的面積越小越好。

[0127] 在圖 18A 和圖 18B 所示的蓄電池中，作為一個例子使用 3 組正極和負極，但是當然所使用的正極和負極的組數不侷限於 3 組。所使用的電極的組數既可以多於 3 組又可以少於 3 組。在電極的組數多於 3 組的情況下，可以實現容量更高的蓄電池。在電極的組數少於 3 組的情況下，可以實現更薄型且撓性更高的蓄電池。在圖 18A 和圖 18B 中，互相相對的正極活性物質層和負極活性物質層的組數是 5 組，但是當然互相相對的正極活性物質層和負極活性物質層的組數不侷限於 5 組。

[0128] 蓄電裝置 500 也可以包括正極導線電極 510 及負極導線電極 511。正極導線電極 510 較佳為與正極 503 電連接。例如，對正極 503 的突片區域 281 鉚錫正極

導線電極 510 即可。同樣地，負極導線電極 511 較佳為與負極 506 電連接。例如，對負極 506 的突片區域 282 鍍錫負極導線電極 511 即可。正極導線電極 510 及負極導線電極 511 較佳為露出到外包裝體的外側，並用作與外部電接觸的端子。

[0129] 在此，如在圖 13A 及圖 13B 中說明那樣，較佳為突片區域 281 的一部分或突片區域 282 的一部分由層 271 覆蓋，尤其是更較佳為突片區域 282 的一部分由層 271 覆蓋。此時，例如在突片區域 281 中與正極導線電極 510 鍍錫的部分以外的部分由層 271 覆蓋即可。

[0130] 正極集電器 501 及負極集電器 504 也可以兼作取得與外部的電接觸的端子。此時，也可以不使用引線電極而將正極集電器 501 及負極集電器 504 以其一部分露出到外包裝體 509 的外側的方式配置。

[0131] 在圖 17A 中，雖然正極導線電極 510 及負極導線電極 511 配置在蓄電池的同一邊上，但是如圖 22 所示，也可以將正極導線電極 510 及負極導線電極 511 配置在蓄電池的不同的邊上。如此，在本發明的一個方式的蓄電裝置中，可以如上述自由地配置導線電極，因此其設計自由度高。因此，包括本發明的一個方式的蓄電裝置的產品可以具有高的設計自由度。另外，可以提高使用本發明的一個方式的蓄電裝置的產品的生產率。

[0132] 在薄型蓄電池中，作為外包裝體 509，例如可以使用如下三層結構的薄膜：在由聚乙烯、聚丙烯、聚碳

酸酯、離子聚合物、聚醯胺等材料構成的膜上設置鋁、不鏽鋼、銅、鎳等撓性高的金屬薄膜，並且在該金屬薄膜上作為外包裝體的外表面設置聚醯胺類樹脂、聚酯類樹脂等絕緣性合成樹脂薄膜。

[0133] 在上述結構中，二次電池的外包裝體 509 可以在曲率半徑為 10mm 以上，較佳為曲率半徑為 30mm 以上的範圍內變形。二次電池的外包裝體的薄膜由一個薄膜或兩個薄膜構成，在二次電池具有疊層結構的情況下，當彎曲時電池具有由作為外包裝體的薄膜的兩個曲線圍繞的剖面結構。

[0134] 參照圖 23A 至圖 23C 說明面的曲率半徑。在圖 23A 中，在截斷曲面 1700 的平面 1701 上，使包括在曲面 1700 的曲線 1702 的一部分近似圓弧，將該圓的半徑作為曲率半徑 1703，將圓中心作為曲率中心 1704。圖 23B 示出曲面 1700 的俯視圖。圖 23C 示出沿著平面 1701 截斷曲面 1700 時的剖面圖。當沿著平面截斷曲面時，根據相對於曲面的平面角度或截斷的位置而曲線的曲率半徑不同，在本說明書等中，將最小的曲率半徑定義為該面的曲率半徑。

[0135] 在使由作為外包裝體的兩個薄膜夾著電極及電解液等 1805 的二次電池彎曲的情況下，近於二次電池的曲率中心 1800 一側的薄膜 1801 的曲率半徑 1802 比離曲率中心 1800 遠一側的薄膜 1803 的曲率半徑 1804 小（圖 24A）。當使二次電池彎曲並具有圓弧狀剖面時，近

於曲率中心 1800 的薄膜的表面被施加壓縮應力，離曲率中心 1800 遠的薄膜的表面被施加拉伸應力（圖 24B）。於是，藉由在外包裝體的表面形成由凹部或凸部構成的圖案時，即便如上所述那樣被施加壓縮應力或拉伸應力也能夠將變形的影響抑制在允許範圍內。因此，二次電池可以在近於曲率中心一側的外包裝體的曲率半徑為 10mm 以上，較佳為 30mm 以上的範圍內變形。

[0136] 此外，二次電池的剖面形狀不侷限於簡單的圓弧狀，也可以為其一部分具有圓弧的形狀，例如可以為圖 24C 所示的形狀、波狀（圖 24D）、S 字形狀等。當二次電池的曲面為具有多個曲率中心的形狀時，二次電池可以在如下範圍內變形，該範圍是在多個曲率中心的每一個的曲率半徑中的曲率半徑最小的曲面中，兩個外包裝體中的近於曲率中心一側的一個的曲率半徑為 10mm 以上，較佳為 30mm 以上的範圍。

[0137]

[薄型蓄電池的製造方法]

接著，使用圖式說明蓄電裝置 500 是薄型蓄電池時的蓄電裝置 500 的製造方法的一個例子。

[0138] 在只在負極 506 的一個面上形成負極活性物質層 505 且在後面側上露出負極集電器 504 的情況下，層 271 較佳為在露出的負極集電器 504 上形成。層 271 較佳為具有絕佳的絕緣性。層 271 較佳為具有比負極活性物質層 505 高的電阻。層 271 較佳為比負極活性物質層 505

5

薄。

[0139] 在此，說明層 271 的製造方法的一個例子。首先，製造用來形成層 271 的漿料。例如可以使用上述材料，將其與溶劑一起混煉，由此製造漿料。也可以組合使用多個材料。作為溶劑，例如可以使用水、NMP（N-甲基-2-吡咯烷酮）等。

[0140] 使用混煉機進行混煉即可。作為混煉機可以使用各種混煉機。例如，使用行星混煉機或分散機等。

[0141] 接著，在負極集電器 504 上塗佈所製造的漿料。對於塗佈，可採用刮刀法等。此外，對於塗佈也可以使用連續塗佈機等。

[0142] 藉由通風乾燥或減壓（真空）乾燥等的方法使塗佈在負極集電器 504 上的漿料中的溶劑揮發，藉以形成層 271。例如較佳為使用 30℃ 以上且 160℃ 以下的熱風使溶劑揮發。對氛圍沒有特別的限制。

[0143] 在此，如在圖 13A 及圖 13B 中說明那樣，在對突片區域 282 中的區域 283a 的至少一部分鉚錫引線電極的情況下，例如較佳為在區域 284a 的表面上也形成層 271。

[0144] 藉由上述步驟，可以製造層 271。

[0145] 接著，層疊正極 503、負極 506 及隔離體 507。

[0146] 首先，在正極 503 上配置隔離體 507。然後，在隔離體 507 上配置負極 506。在使用 2 組以上的正極和

負極的情況下，在負極 506 上再配置另一隔離體，然後配置正極 503。如此，以隔離體夾在正極和負極之間的方式交替層疊正極和負極。

[0147] 或者，隔離體 507 也可以是袋狀。首先，在隔離體 507 上配置正極 503。接著，沿著在圖 19A 所示的虛線將隔離體 507 對折，並使用隔離體 507 夾住正極 503。雖然在此對藉由隔離體 507 夾住正極 503 的例子進行了說明，但是也可以藉由隔離體 507 夾住負極 506。

[0148] 在此，較佳為接合正極 503 的外側的隔離體 507 的外周部分，將隔離體 507 形成為袋狀（或者袋體（envelop）狀）。隔離體 507 的外周部分的接合可以藉由使用黏合劑等實現，又可以藉由使用超聲波鉚錫或加熱鉚錫實現。

[0149] 在本實施方式中，作為隔離體 507 使用聚丙烯，對隔離體 507 的外周部分進行加熱以實現接合。圖 19A 示出接合部 514。這樣，可以使用隔離體 507 覆蓋正極 503。

[0150] 接著，如圖 19B 所示，交替層疊負極 506、由隔離體 507 包裹的正極 503。另外，準備具有密封層 115 的正極導線電極 510 及負極導線電極 511。

[0151] 接著，如圖 20A 所示，將具有密封層 115 的正極導線電極 510 連接到正極 503 的突片區域 281。圖 20B 是連接部的放大圖。邊對接合部 512 施加壓力邊照射超音波，由此使正極 503 的突片區域 281 及正極導線電極

510 電連接（超音波銲錫）。此時，較佳為在突片區域 281 中設置彎曲部 513。

[0152] 藉由設置彎曲部 513，可以緩和在製造蓄電裝置 500 之後因從外部施加的力量而產生的應力。因此，可以提高蓄電裝置 500 的可靠性。

[0153] 接著，以同樣的方法將負極導線電極 511 電連接到負極 506 的突片區域 282 即可。

[0154] 在此，也可以在超音波銲錫突片區域 282 和負極導線電極 511 之後形成層 271。

[0155] 接著，在外包裝體 509 上配置正極 503、負極 506 及隔離體 507。

[0156] 將外包裝體 509 沿著圖 20C 的外包裝體 509 的中央附近的虛線折疊。

[0157] 接著，利用熱壓合將用來放入電解液 508 的導入口 119 以外的外包裝體 509 的外周部分接合。當進行熱壓合時，設置在引線電極上的密封層 115 也熔化，由此可以使引線電極與外包裝體 509 之間固定。另外，可以提高外包裝體 509 和引線電極之間的密接性。在圖 21 中，作為接合部 118 示出利用熱壓合將外包裝體 509 的週邊接合的部分。

[0158] 並且，在減壓氛圍或惰性氣體氛圍下，將所希望的量的電解液 508 從導入口 119 放入外包裝體 509 的內側。最後，利用熱壓合將導入口 119 接合。如此，可以製造薄型蓄電池的蓄電裝置 500。

[0159] 接著，說明在製造蓄電裝置 500 之後的熟成製程。較佳為在製造蓄電裝置 500 之後進行熟成化製程。以下，說明熟成製程條件的一個例子。首先，以 0.001C 以上且 0.2C 以下的速率進行充電。將溫度設定為室溫以上且 50℃ 以下即可。此時，如果發生電解液的分解並產生氣體，則在蓄電裝置中充滿該氣體，於是在有的區域中電解液不能與電極表面接觸。就是說，電極的實效反應面積減小，實效的電流密度增高。

[0160] 在電流密度過高時，對應電極的電阻電壓降低，鋰嵌入石墨並析出在石墨表面。該鋰析出有時導致容量的降低。例如，在鋰析出之後，如果塗膜等在表面上成長時，析出在表面上的鋰不能再次溶出，而產生無助於容量的鋰。在所析出的鋰物理性地破損而不與電極導通時，同樣地產生無助於容量的鋰。因此，較佳為在因電壓降低而電極的電位到達鋰電位之前，進行脫氣。

[0161] 在要進行脫氣時，例如將薄型蓄電池的外包裝體的一部分切斷以拆開蓄電池。當因氣體而使外包裝體膨脹時，較佳為再次調整外包裝體的形狀。此外，在進行再次密封之前，也可以根據需要添加電解液。

[0162] 在進行脫氣之後，也可以將充電狀態在高於室溫，較佳為 30℃ 以上且 60℃ 以下、更佳為 35℃ 以上且 50℃ 以下的溫度下保持例如 1 小時以上且 100 小時以下。在初次進行充電時，在表面分解的電解液形成塗膜。例如在進行脫氣之後當高於室溫的溫度下保持充電狀態時，因

此，有可能使所形成的塗膜緻密化。

[0163] 例如，在安裝到進行反復彎折的電子裝置的蓄電池中，隨著反復彎折電子裝置，外包裝體逐漸劣化且在一些情況下可能產生裂縫。因為藉由充放電活性物質等的表面與電解液接觸產生電解液的分解反應，其可產生氣體等。當因氣體的產生而膨脹時，隨著將電子裝置彎折，外包裝體更可能破損。藉由使用本發明的一個方式，可以抑制電解液的分解，所以例如在一些情況下可以抑制充放電時的氣體產生等。其結果是，可以抑制外包裝體的膨脹、變形或破損等。此減小外包裝體的負載，其是較佳的。

[0164] 藉由使用本發明的一個方式的電極可以抑制電解液的分解，因此有時可以抑制塗膜的過剩成長。當塗膜成長得厚時，伴隨充放電循環，電極的電阻增大。由於這樣的電阻增大，電極的電位容易達到鋰析出的電位。例如，在負極中，有可能由於彎折時的應力發生鋰的析出。藉由使用本發明的一個方式，對彎折時的應力有耐性，例如有時可以使鋰析出的可能性變小。

[0165] 在本實施方式中，描述了本發明的一個方式。或者，在其它實施方式中，將描述本發明的一個方式。注意，本發明的一個方式不侷限於此。作為本發明的一個方式，示出兩個電極的面積，例如正極和負極的面積大致相同的情況，但是本發明的一個方式不侷限於此。根據情況或狀況，在本發明的一個方式中，兩個電極的面

積，例如正極和負極的面積也可以大不相同。或者，作為本發明的一個方式，示出了兩個電極的端部，例如正極的端部和負極的端部大致對齊的情況，但是本發明的一個方式不侷限於此。根據情況或狀況，在本發明的一個方式中，也可以具有兩個電極的端部，例如正極的端部和負極的端部不對齊的部分。或者，根據情況或狀況，在本發明的一個方式中，也可以不具有兩個電極的端部，例如正極的端部和負極的端部對齊的部分。或者，作為本發明的一個方式，示出兩個電極中的一個的端部（例如正極和負極中的一個的端部）位於兩個電極中的另一個的端部（例如正極和負極中的另一個端部）的內側的情況，但是本發明的一個方式不侷限於此。根據情況或狀況，在本發明的一個方式中，也可以具有兩個電極中的一個的端部（例如正極和負極中的一個的端部）位於兩個電極中的另一個的端部（例如正極和負極中的另一個的端部）的外側的部分。或者，根據情況或狀況，在本發明的一個方式中，也可以不具有兩個電極中的一個的端部（例如正極和負極中的一個的端部）位於兩個電極中的另一個的端部（例如正極和負極中的另一個的端部）的內側的部分。

[0166] 本實施方式可以與其他實施方式適當地組合而實施。

[0167]

實施方式 2

在本實施方式中，說明用於本發明的一個方式的蓄電

5

裝置的非水溶劑。

[0168] 用於根據本發明的一個方式的蓄電裝置的非水溶劑較佳為包含離子液體。也可以使用一個或組合多個種類的離子液體。該離子液體是由陽離子及陰離子組成。離子液體包括有機陽離子及陰離子。

[0169] 較佳使用芳香族陽離子、季銨陽離子、三級鎢陽離子或季鎢陽離子等脂肪族鎢陽離子等作為該有機陽離子。

[0170] 芳香族陽離子的例子包括具有五元雜芳環的陽離子。具有五元雜芳環的陽離子為苯并咪唑鎢陽離子、苯并噁唑鎢陽離子、苯并噻唑鎢陽離子等。具有單環式五元雜芳環的陽離子的例子包括噁唑鎢陽離子、噻唑鎢陽離子、異噁唑鎢陽離子、異噻唑鎢陽離子、咪唑鎢陽離子、吡唑鎢陽離子等。從化合物的穩定性、黏度、離子傳導率以及合成簡易性的觀點來看，較佳為具有單環式五元雜芳環的陽離子。尤其是，咪唑鎢陽離子因可使黏度降低所以是更佳的。

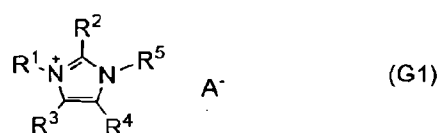
[0171] 上述離子液體中的陰離子的例子包括一價胺基陰離子、一價甲基陰離子、氟磺酸根陰離子（ SO_3F^- ）、氟烷基磺酸根陰離子、四氟硼酸鹽（ BF_4^- ）、氟烷基硼酸鹽、六氟磷酸鹽（ PF_6^- ）和氟烷基磷酸鹽等。一價胺基陰離子的例子為 $(\text{C}_n\text{F}_{2n+1}\text{SO}_2)_2\text{N}^-$ （ n 是 0 以上且 3 以下），一價環狀胺基陰離子的例子為 $(\text{CF}_2\text{SO}_2)_2\text{N}^-$ 等。一價甲基陰離子的例子為 $(\text{C}_n\text{F}_{2n+1}\text{SO}_2)_3\text{C}^-$ （ n 是 0 以上且 3 以

下)。一價環狀甲基陰離子的例子為 $(\text{CF}_2\text{SO}_2)_2\text{C}^-(\text{CF}_3\text{SO}_2)$ 等。氟烷基磺酸根陰離子的例子為 $(\text{C}_m\text{F}_{2m+1}\text{SO}_3)^-$ (m 是 0 以上且 4 以下) 等。氟烷基硼酸根陰離子的例子為 $\{\text{BF}_n(\text{C}_m\text{H}_k\text{F}_{2m+1-k})_{4-n}\}^-$ (n 是 0 以上且 3 以下, m 是 1 以上且 4 以下, k 是 0 以上且 $2m$ 以下) 等。氟烷基磷酸根陰離子的例子為 $\{\text{PF}_n(\text{C}_m\text{H}_k\text{F}_{2m+1-k})_{6-n}\}^-$ (n 是 0 以上且 5 以下, m 是 1 以上且 4 以下, k 是 0 以上且 $2m$ 以下) 等。注意, 該陰離子不侷限於此。

[0172] 例如可以以通式 (G1) 表示具有五元雜芳環的陽離子的離子液體。

[0173]

[化學式 5]



[0174] 在通式 (G1) 中, R^1 表示具有 1 以上且 4 以下的碳原子的烷基, R^2 至 R^4 分別獨立地表示氫原子或具有 1 以上且 4 以下的碳原子的烷基, R^5 表示由選自 C、O、Si、N、S、P 的原子中的兩種以上的原子構成的主鏈, A^- 表示一價鹽亞胺類陰離子、一價胺基陰離子、一價甲基陰離子、氟磺酸根陰離子、氟烷基磺酸根陰離子、四氟硼酸鹽、氟烷基硼酸鹽、六氟磷酸鹽和氟烷基磷酸鹽中的任何一個。

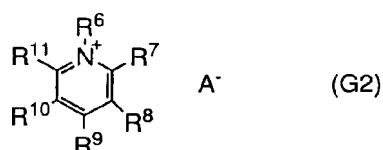
[0175] 以 R^5 表示的主鏈可具有取代基。取代基的例子包括烷基、烷氧基等。

[0176] 以通式 (G1) 表示的離子液體的上述烷基既可為直鏈狀又可為支鏈狀。例如，有乙基、三級丁基。另外，在以通式 (G1) 表示的離子液體中， R^5 較佳為不具有氧-氧鍵（過氧化物）。氧-氧之間的單鍵非常容易斷裂且反應性高，因此有可能引起爆炸。所以離子液體不適合於蓄電裝置。

[0177] 離子液體也可以具有六元雜芳環的陽離子。例如，可以使用以下述通式 (G2) 表示的離子液體。

[0178]

[化學式 6]



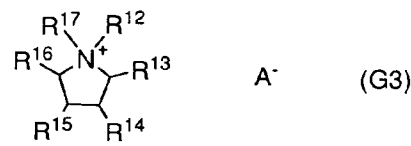
[0179] 在通式 (G2) 中， R^6 表示由選自 C、O、Si、N、S、P 的原子中的兩種以上的原子構成的主鏈， R^7 至 R^{11} 分別獨立地表示具有 1 以上且 4 以下的氫原子或碳原子的烷基， A^- 表示一價鹽亞胺類陰離子、一價胺基陰離子、一價甲基陰離子、氟磺酸根陰離子、氟烷基磺酸根陰離子、四氟硼酸鹽、氟烷基硼酸鹽、六氟磷酸鹽和氟烷基磷酸鹽中的任何一個。

[0180] 以 R^6 表示的主鏈可具有取代基。取代基的例子包括烷基、烷氧基等。

[0181] 作為具有季銨陽離子的離子液體，例如可以使用以下述通式 (G3) 表示的離子液體。

[0182]

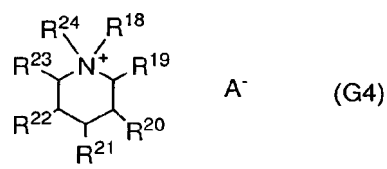
[化學式 7]



[0183] 在通式（G3）中，R¹² 至 R¹⁷ 分別獨立表示具有 1 以上且 20 以下的碳原子數或氫原子中的任一個的烷基、甲氧基、甲氧基甲基、甲氧基乙基。

[0184] 另外，作為離子液體，例如可以使用含有季銨陽離子及一價陰離子，並以下述通式（G4）表示的離子液體。

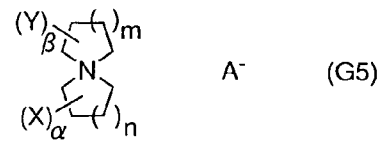
[0185]
[化學式 8]



[0186] 在通式（G4）中，R¹⁸ 至 R²⁴ 分別獨立表示具有 1 以上且 20 以下的碳原子數為或氫原子中的任一個的烷基、甲氧基、甲氧基甲基、甲氧基乙基。

[0187] 作為離子液體，例如可以使用含有季銨陽離子及一價陰離子，並以下述通式（G5）表示的離子液體。

[0188]
[化學式 9]



[0189] 在通式（G5）中，n 和 m 都為 1 以上且 3 以 5

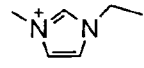
下。假設 α 為 0 以上且 6 以下。當 n 為 1 時， α 為 0 以上且 4 以下。當 n 為 2 時， α 為 0 以上且 5 以下。當 n 為 3 時， α 為 0 以上且 6 以下。假設 β 為 0 以上且 6 以下。當 m 為 1 時， β 為 0 以上且 4 以下。當 m 為 2 時， β 為 0 以上且 5 以下。當 m 為 3 時， β 為 0 以上且 6 以下。當“ α 或 β 為 0”時，兩個脂肪族環中的至少一方為無取代。注意，排除 α 和 β 都為 0 的情況。 X 或 Y 為取代基，諸如具有 1 以上且 4 以下的碳原子數為的直鏈狀或側鏈狀的烷基、具有 1 以上且 4 以下的碳原子數的直鏈狀或側鏈狀的烷氧基、或者具有 1 以上且 4 以下的碳原子數的直鏈狀或側鏈狀的烷氧烷基。另外， A^- 為一價鹼胺陰離子、一價甲基化物陰離子、全氟烷基磺酸陰離子、四氟硼酸鹽、全氟烷基硼酸鹽、六氟磷酸鹽或全氟烷基磷酸鹽中的任一。

[0190] 在季螺銨陽離子中，構成螺環的兩個脂肪族環為五員環、六員環或七員環中的任一。

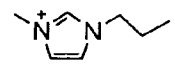
[0191] 如下通式 (G1) 所表示的上述陽離子的具體例子，包括結構式 (111) 至結構式 (174)。

[0192]

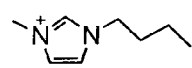
[化學式 10]



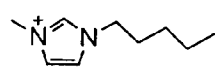
(111)



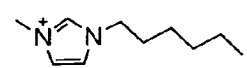
(112)



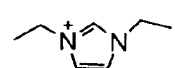
(113)



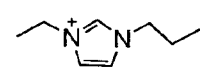
(114)



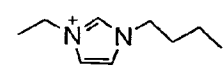
(115)



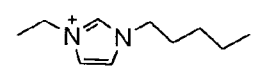
(116)



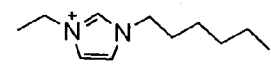
(117)



(118)



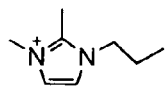
(119)



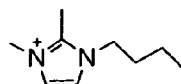
(120)

[0193]

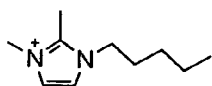
[化學式 11]



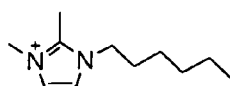
(121)



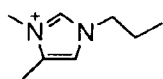
(122)



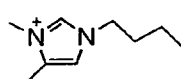
(123)



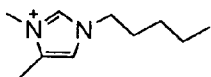
(124)



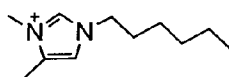
(125)



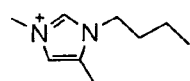
(126)



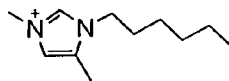
(127)



(128)



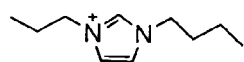
(129)



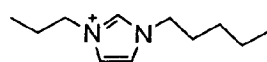
(130)

[0194]

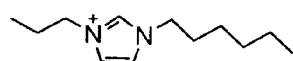
[化學式 12]



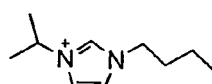
(131)



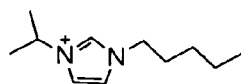
(132)



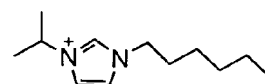
(133)



(134)



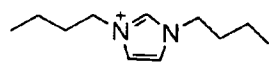
(135)



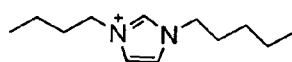
(136)

[0195]

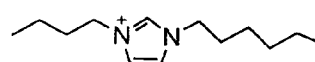
[化學式 13]



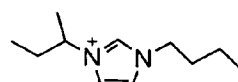
(137)



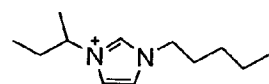
(138)



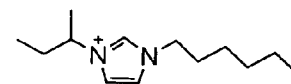
(139)



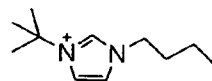
(140)



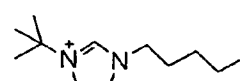
(141)



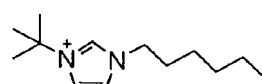
(142)



(143)



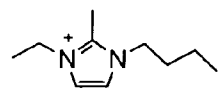
(144)



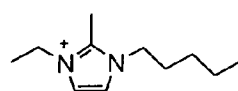
(145)

[0196]

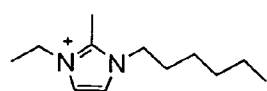
[化學式 14]



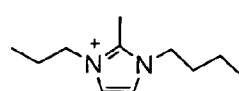
(146)



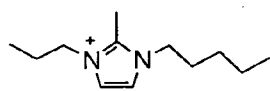
(147)



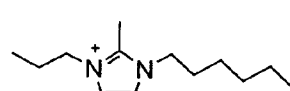
(148)



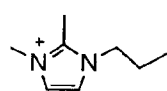
(149)



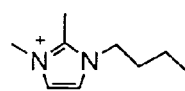
(150)



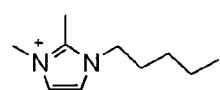
(151)



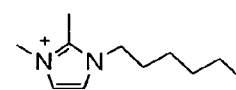
(152)



(153)



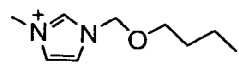
(154)



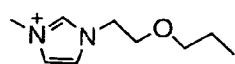
(155)

[0197]

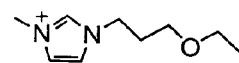
[化學式 15]



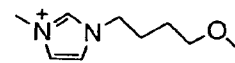
(156)



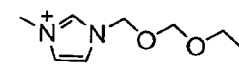
(157)



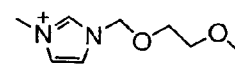
(158)



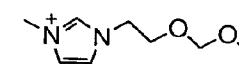
(159)



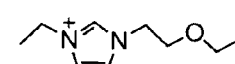
(160)



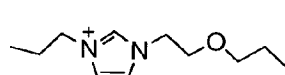
(161)



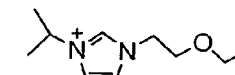
(162)



(163)



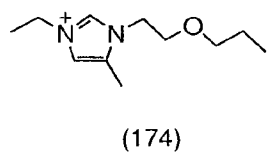
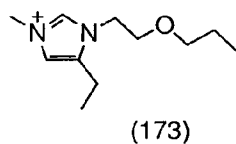
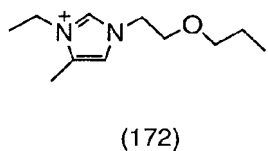
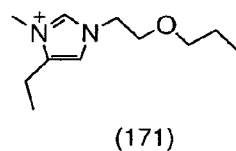
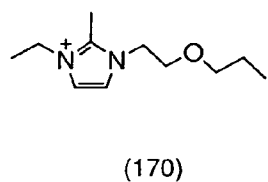
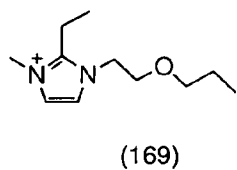
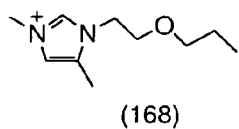
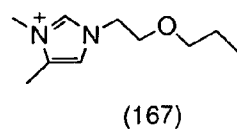
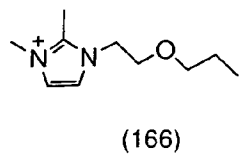
(164)



(165)

[0198]

[化學式 16]



[0199] 本實施方式可以與其他實施方式適當地組合而實施。

[0200]

實施方式 3

在本實施方式中，說明可以用於本發明的一個方式的正極及負極的具體結構及製造方法。

[0201] 對於負極集電器 504 及正極集電器 501，可以 5

使用在實施方式 1 中示出的負極集電器 504 及正極集電器 501 的任何材料。

[0202] 作為負極活性物質，例如可以使用碳類材料、合金類材料等。碳類材料的例子包括石墨、易石墨化碳（graphitizing carbon）（軟碳）、難石墨化碳（non-graphitizing carbon）（硬碳）、碳奈米管、石墨烯、碳黑等。石墨的例子包括中間相碳微球（MCMB）、焦炭類人造石墨（coke-based artificial graphite）、瀝青類人造石墨（pitch-based artificial graphite）等人造石墨、和諸如球狀化天然石墨等天然石墨。

[0203] 作為石墨，當鋰離子嵌入在石墨中時（在鋰-石墨夾層化合物的形成時），其具有與鋰金屬相等的低電位（0.1 以上且 0.3V 以下相較於 Li/Li^+ ）。由此，鋰離子二次電池可以具有高工作電壓。而且石墨還由於如下優點：每單位體積的容量較高；體積膨脹小；便宜；與鋰金屬相比安全性高等，所以是較佳的。

[0204] 對於負極活性物質，也可以使用藉由與鋰的合金化和脫合金化反應而能夠進行充放電反應的材料。例如，可以使用包含 Ga、Si、Al、Ge、Sn、Pb、Sb、Bi、Ag、Zn、Cd 和 In 等中的至少一種的材料。這種元素的容量比碳高，尤其是，矽具有 4200mAh/g 的高理論容量。由此，較佳為將矽用於負極活性物質。作為使用這種元素的合金類材料的例子包括 SiO 、 Mg_2Si 、 Mg_2Ge 、 SnO 、 SnO_2 、 Mg_2Sn 、 SnS_2 、 V_2Sn_3 、 FeSn_2 、 CoSn_2 、 Ni_3Sn_2 、

Cu_6Sn_5 、 Ag_3Sn 、 Ag_3Sb 、 Ni_2MnSb 、 CeSb_3 、 LaSn_3 、 $\text{La}_3\text{Co}_2\text{Sn}_7$ 、 CoSb_3 、 InSb 、 SbSn 等。

[0205] 此外，作為負極活性物質，可以使用氧化物諸如二氧化鈦 (TiO_2)、鋰鈦氧化物 ($\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$)、鋰-石墨層間化合物 (Li_xC_6)、五氧化鈮 (Nb_2O_5)、氧化錫 (WO_2)、氧化鉬 (MoO_2) 等。

[0206] 此外，作為負極活性物質，可以使用包含鋰和過渡金屬的氮化物的具有 Li_3N 型結構的 $\text{Li}_{3-x}\text{M}_x\text{N}$ ($\text{M}=\text{Co}$ 、 Ni 、 Cu)。例如， $\text{Li}_{2.6}\text{Co}_{0.4}\text{N}_3$ 示出高的充放電容量 (900mAh/g 、 1890mAh/cm^3)，所以是較佳的。當作為負極活性物質使用鋰和過渡金屬的氮化物時，在負極活性物質中包含有鋰離子，因此可以將其與作為正極活性物質的不包含鋰離子的 V_2O_5 、 Cr_3O_8 等材料組合，所以是較佳的。注意，在使用含有鋰離子作為正極活性物質的情況下，藉由預先使包含在正極活性物質中的鋰離子萃取，對於負極活性物質，也可以使用包含鋰和過渡金屬的氮化物。

[0207] 此外，也可以將引起轉化反應的材料用於負極活性物質。例如，將氧化鈷 (CoO)、氧化鎳 (NiO)、氧化鐵 (FeO) 等不與鋰形成合金的過渡金屬氧化物用於負極活性物質。作為引起轉化反應的材料，還可以舉出 Fe_2O_3 、 CuO 、 Cu_2O 、 RuO_2 、 Cr_2O_3 等氧化物、 $\text{CoS}_{0.89}$ 、 NiS 、 CuS 等硫化物、 Zn_3N_2 、 Cu_3N 、 Ge_3N_4 等氮化物、 NiP_2 、 FeP_2 、 CoP_3 等磷化物、 FeF_3 、 BiF_3 等氟化

物。

[0208] 負極活性物質的反應電位越低越可以提高蓄電裝置的電壓，所以是較佳的。另一方面，當負極活性物質的反應電位低時，將電解液還原的力量增強，因此例如有用於電解液的有機溶劑等被還原分解的擔擾。將電解液不被電分解的電位的範圍稱為電位窗（potential window）。負極的電極電位實際上需要在電解液的電位窗的範圍內，但是例如在用於鋰離子二次電池及鋰離子電容器的負極的活性物質的大部分中，其電位超過幾乎所有電解液的電位窗。尤其是，石墨、矽等反應電位低的材料有能夠增高蓄電池的電壓的優點，但是另一方面，有使電解液更容易發生還原分解的問題。

[0209] 作為正極活性物質，可以使用鋰離子能夠插入其中並從中萃取的材料，例如可以使用具有橄欖石型結構、層狀岩鹽型結構、尖晶石型結構、NASICON（鈉超離子導體）結晶結構的材料等。

[0210] 作為正極活性物質的材料，可以使用 LiFeO_2 、 LiCoO_2 、 LiNiO_2 、 LiMn_2O_4 、 V_2O_5 、 Cr_2O_5 、 MnO_2 等化合物。

[0211] 或者，可以使用橄欖石結構的含鋰複合磷酸鹽（通式 LiMPO_4 （M是Fe（Ⅱ）、Mn（Ⅱ）、Co（Ⅱ）、Ni（Ⅱ）中的一種以上））。作為通式 LiMPO_4 的典型例子，可以舉出 LiFePO_4 、 LiNiPO_4 、 LiCoPO_4 、 LiMnPO_4 、 $\text{LiFe}_a\text{Ni}_b\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_a\text{Co}_b\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_a\text{Mn}_b\text{PO}_4$ 、

$\text{LiNi}_a\text{Co}_b\text{PO}_4$ 、 $\text{LiNi}_a\text{Mn}_b\text{PO}_4$ ($a+b$ 為 1 以下， $0 < a < 1$ ， $0 < b < 1$)、 $\text{LiFe}_c\text{Ni}_d\text{Co}_e\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_c\text{Ni}_d\text{Mn}_e\text{PO}_4$ 、 $\text{LiNi}_c\text{Co}_d\text{Mn}_e\text{PO}_4$ ($c+d+e$ 為 1 以下， $0 < c < 1$ ， $0 < d < 1$ ， $0 < e < 1$)、 $\text{LiFe}_f\text{Ni}_g\text{Co}_h\text{Mn}_i\text{PO}_4$ ($f+g+h+i$ 為 1 以下， $0 < f < 1$ ， $0 < g < 1$ ， $0 < h < 1$ ， $0 < i < 1$) 等鋰金屬磷酸化合物。

[0212] 或者，可以使用通式 $\text{Li}_{(2-j)}\text{MSiO}_4$ (M 為 Fe (II)、 Mn (II)、 Co (II)、 Ni (II) 中的一種以上， $0 \leq j \leq 2$) 等含鋰複合矽酸鹽。作為通式 $\text{Li}_{(2-j)}\text{MSiO}_4$ 的代表例子，可以舉出 $\text{Li}_{(2-j)}\text{FeSiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{NiSiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{CoSiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{MnSiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_k\text{Ni}_l\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_k\text{Co}_l\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_k\text{Mn}_l\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Ni}_k\text{Co}_l\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Ni}_k\text{Mn}_l\text{SiO}_4$ ($k+l$ 為 1 以下， $0 < k < 1$ ， $0 < l < 1$)、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_m\text{Ni}_n\text{Co}_q\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_m\text{Ni}_n\text{Mn}_q\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Ni}_m\text{Co}_n\text{Mn}_q\text{SiO}_4$ ($m+n+q$ 為 1 以下， $0 < m < 1$ ， $0 < n < 1$ ， $0 < q < 1$)、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_r\text{Ni}_s\text{Co}_t\text{Mn}_u\text{SiO}_4$ ($r+s+t+u$ 為 1 以下， $0 < r < 1$ ， $0 < s < 1$ ， $0 < t < 1$ ， $0 < u < 1$) 等矽酸鋰化合物。

[0213] 此外，作為正極活性物質，可以使用以通式 $\text{A}_x\text{M}_2(\text{XO}_4)_3$ ($A=\text{Li}$ 、 Na 、 Mg ， $M=\text{Fe}$ 、 Mn 、 Ti 、 V 、 Nb 、 Al ， $X=\text{S}$ 、 P 、 Mo 、 W 、 As 、 Si) 表示的鈉超離子導體 (NASICON) 型化合物。作為鈉超離子導體型化合物，可以舉出 $\text{Fe}_2(\text{MnO}_4)_3$ 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 $\text{Li}_3\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$ 等。此外，作為正極活性物質，可以舉出：以通式 $\text{Li}_2\text{MPO}_4\text{F}$ 、 $\text{Li}_2\text{MP}_2\text{O}_7$ 、 Li_5MO_4 ($M=\text{Fe}$ 、 Mn) 表示的化合物； NaF_3 、 FeF_3 等鈣鈦礦氟化物； TiS_2 、 MoS_2 等金屬硫族化合物

(硫化物、硒化物、碲化物)； LiMVO_4 等具有反尖晶石型的晶體結構的材料；釩氧化物類 (V_2O_5 、 V_6O_{13} 、 LiV_3O_8 等)；錳氧化物；以及有機硫化合物等材料。

[0214] 另外，當載子離子是鋰離子之外的鹼金屬離子、鹼土金屬離子時，作為正極活性物質，也可以在上述鋰化合物及含鋰複合磷酸鹽及含鋰複合矽酸鹽中，使用用鹼金屬（例如，鈉、鉀等）、鹼土金屬（例如，鈣、鋇、鋇、鉍或鎂等）等的載子取代鋰的化合物。

[0215] 正極活性物質的平均粒徑例如較佳為 5nm 以上且 50 μm 以下。

[0216] 例如，當作為正極活性物質使用橄欖石結構的含鋰複合磷酸鹽時，鋰的擴散路徑為一次元，所以鋰的擴散速率慢。因此，當使用橄欖石結構的含鋰複合磷酸鹽時，為了提高充放電的速率，較佳為將正極活性物質的平均粒徑例如設定為 5nm 以上且 1 μm 以下。或者，較佳為將正極活性物質的比表面積設定為 10 m^2/g 以上且 50 m^2/g 以下。

[0217] 例如與具有層狀岩鹽型結晶結構的活性物質等相比，具有橄欖石結構的正極活性物質的充放電時的結構變化極少，結晶結構穩定，因此對過充電等工作穩定，所以在使用具有橄欖石結構的正極活性物質時可以實現安全性高的蓄電裝置。

[0218] 負極活性物質層 505 及正極活性物質層 502 也可以各包括導電助劑。導電助劑的例子包括天然石墨、

中間相碳微球等人造石墨、碳纖維等。碳纖維的例子包括中間相瀝青類碳纖維、各向同性瀝青類碳纖維等。碳纖維的例子包括碳奈米纖維或碳奈米管等。例如，可以藉由氣相生長等製造碳纖維。導電助劑的其他例子包括碳黑（乙炔黑（AB）等）或石墨烯等碳材料。替代地，可以使用銅、鎳、鋁、銀、金等的金屬粉末或金屬纖維、導電性陶瓷材料等。

[0219] 薄片狀的石墨烯具有高導電性等良好的電特性、以及良好的撓性及機械強度等物理特性。因此，將石墨烯用作導電助劑可以增加活性物質彼此之間的接觸點、接觸面積。

[0220] 注意，在本說明書中，石墨烯包括單層石墨烯或 2 層以上且 100 層以下的多層石墨烯。單層石墨烯是指具有 π 鍵合的一原子層厚的碳分子的薄片。氧化石墨烯是指將上述石墨烯氧化而成的化合物。在還原氧化石墨烯形成石墨烯時，氧化石墨烯所包含的氧沒有全部釋放，氧的一部分殘留在石墨烯中。當石墨烯包含氧時，對於氧的比例而言，在以 X 射線光電子能譜（XPS）測量時，為 2at.% 以上且 20at.% 以下，較佳為 3at.% 以上且 15at.% 以下。

[0221] 負極活性物質層 505 及正極活性物質層 502 較佳為具有黏結劑。

[0222] 作為黏結劑，例如較佳為包含水溶性高分子。作為水溶性高分子，例如也可以使用多糖類等。作為

多糖類，可以使用羧甲基纖維素（CMC）、甲基纖維素、乙基纖維素、羥丙基纖維素及二乙醯纖維素、再生纖維素等纖維素衍生物、澱粉等。

[0223] 作為黏結劑，較佳為使用苯乙烯丁二烯橡膠（SBR）、苯乙烯-異戊二烯-苯乙烯橡膠、丙烯腈-丁二烯橡膠、丁二烯橡膠、乙烯-丙烯-二烯共聚物等橡膠材料。更佳為同時使用這些橡膠材料和上述水溶性高分子。

[0224] 作為黏結劑，較佳為使用聚苯乙烯、聚丙烯酸甲酯、聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）、聚丙烯酸鈉、聚乙烯醇（PVA）、聚環氧乙烷（PEO）、聚環氧丙烷、聚醯亞胺、聚氯乙烯、聚四氟乙烯、聚乙烯、聚丙烯、異丁烯、聚對苯二甲酸乙二醇酯、尼龍、聚偏二氟乙烯（PVdF）、聚丙烯腈（PAN）等材料。

[0225] 作為黏結劑，也可以組合使用這些材料中的兩種以上。

[0226] 接著，說明負極 506 及正極 503 的製造方法。

[0227]

[負極的製造方法]

首先，說明負極 506 的製造方法。

[0228] 首先，製造用來形成負極活性物質層 505 的漿料。例如可以使用上述負極活性物質，添加黏結劑及導電助劑，將其與溶劑一起混煉，由此製造漿料。作為溶劑，例如可以使用水、NMP（N-甲基-2-吡咯烷酮）等。

從安全性及成本的觀點來看，較佳為使用水。

[0229] 使用混煉機進行混煉即可。作為混煉機可以使用各種混煉機。例如，使用行星混煉機或分散機等。

[0230] 可以對負極集電器 504 進行表面處理。作為這種表面處理，例如可以舉出電暈放電處理、電漿處理、底塗層處理等。藉由進行表面處理，可以提高負極集電器 504 對漿料的潤濕性。另外，可以提高負極集電器 504 和負極活性物質層 505 的密接性。

[0231] 在此，底塗層是指如下膜：為了降低活性物質層與集電器之間的介面電阻、為了提高活性物質層與集電器之間的密接性，在將漿料塗佈至集電器上之前形成在集電器上的膜。注意，底塗層不一定必須要形成為膜狀，而也可以形成為島狀。此外，底塗層也可以作為活性物質而具有容量。對於底塗層，例如可以使用碳材料。碳材料的例子包括石墨、乙炔黑、科琴黑等碳黑、碳奈米管等。

[0232] 然後，在負極集電器 504 上塗佈所製造的漿料。

[0233] 對於塗佈，可採用刮刀法等。此外，對於塗佈也可以使用連續塗佈機等。

[0234] 正極 503 及負極 506 較佳包括突片區域，使層疊的多個正極可彼此之間電連接和多個負極可彼此之間電連接。此外，較佳為對突片區域電連接引線電極。在突片區域的至少一部分中較佳為使集電器露出。

[0235] 圖 25A 和圖 25B 示出設置突片區域的方法的

5

一個例子。圖 25A 示出在帶狀正極集電器 501 上形成有正極活性物質層 502 的例子。藉由將正極 503 沿虛線切斷，可以獲得圖 25B 所示的正極 503。由這樣的方式製造正極 503，藉此可以在突片區域 281 的至少一部分中使正極集電器 501 的表面露出。在此，示出正極 503 的例子，且也可以同樣地設置負極 506 的突片區域 282。

[0236] 或者，為了設置突片區域 281 或突片區域 282，也可以將所塗佈的正極活性物質層 502 或負極活性物質層 505 的一部分去除，以使集電器露出。

[0237] 接著，藉由通風乾燥或減壓（真空）乾燥等的方法使塗佈在負極集電器 504 上的漿料中的溶劑揮發，形成負極活性物質層 505。例如較佳為使用 30℃ 以上且 160℃ 以下的熱風使溶劑揮發。對氛圍沒有特別的限制。

[0238] 這樣形成的負極活性物質層 505 的厚度例如可以為 5 μm 以上且 300 μm 以下，更佳為 10 μm 以上且 150 μm 以下。負極活性物質層 505 的活性物質量例如較佳為 2mg/cm² 以上且 50mg/cm² 以下。

[0239] 負極活性物質層 505 既可以形成在負極集電器 504 的雙面，又可以只形成在負極集電器 504 的一個面。或者，也可以具有在負極集電器 504 的雙面部分性地形成有負極活性物質層 505 的區域。

[0240] 可以利用輥壓法、平板壓法等壓縮方法對該負極活性物質層 505 進行按壓而將其壓密。

[0241] 藉由上述步驟，可以製造負極活性物質層

505。

[0242] 另外，也可以對負極活性物質層 505 預先進進行嵌入（以下，預摻雜）。對負極活性物質層 505 進行預摻雜的方法沒有特別限制，例如可以以電化學的方式進行預摻雜。例如，可以在組裝電池之前，使用鋰金屬作為對電極，在後面說明的電解液中對負極活性物質層 505 進行預摻雜鋰。

[0243]

[正極的製造方法]

接著，說明正極 503 的製造方法。對於正極 503 的製造方法，可以參照負極 506 的製造方法。

[0244] 為了形成用來正極活性物質層 502，首先，形成漿料。例如使用用於正極活性物質的任何上述材料適當地與溶劑一起混煉，其中添加黏結劑及導電助劑等至該正極活性物質，由此可以形成漿料。例如，可以使用以形成負極活性物質層 505 的溶劑可以使用作為溶劑。

[0245] 與形成負極的情況同樣，使用混煉機進行混煉。

[0246] 與形成負極的情況同樣，也可以對正極集電器 501 進行表面處理。

[0247] 接著，在集電器上塗佈正極漿料。

[0248] 藉由通風乾燥或減壓（真空）乾燥等的方法使塗佈在正極集電器 501 上的漿料中的溶劑揮發，形成正極活性物質層 502。例如較佳為使用 50℃ 以上且 160℃ 以

5

下的熱風使溶劑揮發。對氛圍沒有特別的限制。

[0249] 正極活性物質層 502 既可以形成在正極集電器 501 的雙面，又可以只形成在正極集電器 501 的一個面。或者，也可以具有在正極集電器 501 的雙面部分性地形成有正極活性物質層 502 的區域。

[0250] 可以利用輥壓法、平板壓法等壓縮方法對該正極活性物質層 502 進行按壓而將其壓密。

[0251] 藉由上述步驟，可以製造正極活性物質層 502。

[0252] 如此形成的正極活性物質層 502 的厚度例如較佳為 $5\mu\text{m}$ 以上且 $300\mu\text{m}$ 以下，更佳為 $10\mu\text{m}$ 以上且 $150\mu\text{m}$ 以下。正極活性物質層 502 的活性物質量例如可以為 $2\text{mg}/\text{cm}^2$ 以上且 $50\text{mg}/\text{cm}^2$ 以下。

[0253] 在此，正極活性物質層 502 較佳為包含石墨烯。石墨烯能夠實現接觸電阻低的面接觸，並且石墨烯即使厚度薄也具有非常高的導電性，且即使量少也可以在活性物質層中高效地形成傳導通路。

[0254] 例如，當作為正極活性物質使用橄欖石結構的含鋰複合磷酸鹽時，鋰的擴散路徑為一次元，所以鋰的擴散速率慢。因此，為了提高充放電的速率，較佳為將活性物質的平均粒徑例如設定為 5nm 以上且 $1\mu\text{m}$ 以下。或者，較佳為將活性物質的比表面積例如設定為 $10\text{m}^2/\text{g}$ 以上且 $50\text{m}^2/\text{g}$ 以下。

[0255] 如此，在使用平均粒徑小的活性物質，例如

使用平均粒徑為 $1\mu\text{m}$ 以下的活性物質時，活性物質的比表面積大，所以需要更多的連接活性物質之間的傳導通路。在這種情況下，特別較佳的是：使用導電性非常高且即使是少量也可以高效地形成傳導通路的石墨烯。

[0256] 接著，說明正極 503 的製造方法。

[0257] 正極活性物質層 502 包括粒狀的正極活性物質、作為導電助劑的石墨烯和結合劑（也稱為黏結劑）。

[0258] 在正極活性物質層 502 的縱向剖面中，薄片狀的石墨烯大致均勻地分散在正極活性物質層 502 的內部。石墨烯為具有碳分子的單層或多層的厚度的薄膜。由於多個石墨烯以包圍、覆蓋多個粒狀的正極活性物質的方式或以貼附在多個粒狀的正極活性物質的表面的方式形成，所以石墨烯與正極活性物質形成面接觸。另外，石墨烯彼此之間也相互形成面接觸，所以由多個石墨烯形成三維導電的網路。

[0259] 這是因為在形成石墨烯時使用極性溶劑中的分散性極高的氧化石墨烯的緣故。使包含均勻地分散的氧化石墨烯的分散介質中的溶劑揮發而除去，並將氧化石墨烯還原而形成石墨烯，所以殘留在正極活性物質層 502 中的石墨烯彼此部分重疊，分散成相互面接觸的程度，由此形成導電的路徑。

[0260] 因此，不同於與活性物質形成點接觸的乙炔黑等習知的粒狀導電助劑，石墨烯能夠實現接觸電阻低的面接觸，所以可以無需增加導電助劑的量地提高粒狀的正

極活性物質與石墨烯之間的導電性。因此，可以增加在正極活性物質層 502 中正極活性物質所占的比率。由此，可以增高蓄電池的放電容量。

[0261] 在此，說明對正極使用石墨烯的例子，但是也可以對負極使用石墨烯。

[0262] 接著，說明將石墨烯用作導電助劑的正極的製造方法的一個例子。首先，準備活性物質、結合劑（也稱為黏結劑）以及氧化石墨烯。

[0263] 氧化石墨烯是在後面用作導電助劑的石墨烯的原料。氧化石墨烯可以藉由 Hummers 法、修正後的 Hummers 法或石墨類的氧化等各種合成法來製造。另外，根據本發明的蓄電池電極的製造方法不受氧化石墨烯的分離程度的限制。

[0264] 例如，Hummers 法是將鱗片狀石墨等的石墨氧化來形成氧化石墨的方法。所獲得的氧化石墨是氧化到位的石墨，因而使羰基、羧基、羥基等的官能基與其結合。氧化石墨中，石墨的結晶性受損，且層間距離變寬。因此，藉由進行超聲波處理等容易分離層間，由此可以得到氧化石墨烯。

[0265] 另外，氧化石墨烯的一邊的長度（也稱為鱗片尺寸）為 50nm 以上且 100 μ m 以下，較佳為 800nm 以上且 20 μ m 以下。這是因為，尤其是在鱗片尺寸小於粒狀正極活性物質的平均粒徑的情況下，氧化石墨烯難以與多個正極活性物質形成面接觸並且石墨烯之間的連接也變得

困難，因此難以提高正極活性物質層 502 的導電性。

[0266] 藉由將溶劑添加到上述氧化石墨烯、活性物質及結合劑，製造正極漿料。作為溶劑，可以使用水、N-甲基吡咯烷酮（NMP）、二甲基甲醯胺等具有極性的有機溶劑。

[0267] 如此，在使用包含粒子狀活性物質、石墨烯及結合劑的活性物質層時，薄片狀的石墨烯以包圍粒子狀的合金類材料的方式與粒子狀的合金類材料形成面接觸，而且石墨烯彼此也以重疊的方式面接觸，因此在活性物質層中構成巨大的三維電子傳導路徑的網路。由於上述理由，可以形成其電子傳導性比一般用作導電助劑的形成電的點接觸的粒子狀的乙炔黑（AB）、科琴黑（KB）高的活性物質層。

[0268] 藉由使用石墨烯，例如在使用粒徑小的活性物質等時，在進行反復充放電之後也可以持續保持傳導通路，可以得到良好的循環特性，所以是較佳的。

[0269] 由於石墨烯彼此互相結合因此可以形成網狀的石墨烯（以下，稱為石墨烯網）。當石墨烯網覆蓋活性物質時，石墨烯網可以用作使粒子之間結合的結合劑（黏結劑）。因此，可以減少結合劑的量或不使用結合劑，所以可以增高電極體積或電極重量中活性物質所占的比例。就是說，可以提高蓄電裝置的容量。

[0270] 當在正極活性物質層 502 中包括黏結劑時，例如使用在實施方式 1 中記載的黏結劑即可。在此，例如

PVdF 就是一個例子，其具有高抗氧化性，即使在正極的電池反應電位高時也是穩定的。例如，水溶性高分子具有高分散性，在小的活性物質中也可以均勻地分散，即使活性物質的量進一步減少也可以發揮作用。由於包含水溶性高分子的膜覆蓋活性物質表面或膜接觸於活性物質表面，所以可以抑制電解液的分解。

[0271] 以氧化石墨烯、正極活性物質、導電助劑和結合劑的混合物的總重量的 0.1weight%以上且 10weight%以下，較佳為 0.1weight%以上且 5weight%以下，更佳為 0.2weight%以上且 1weight%以下的比例包含氧化石墨烯即可。另一方面，作為藉由將正極漿料塗佈在集電器上進行還原之後而獲得的石墨烯，以正極活性物質層的總重量的 0.05weight%以上且 5weight%以下，較佳為 0.05weight%以上且 2.5weight%以下，更佳為 0.1weight%以上且 0.5weight%以下的比例被包含，即可。這是因為由於氧化石墨烯的還原，而石墨烯的重量大約減少一半。

[0272] 既可以在混煉之後還添加溶劑來調節混合物的黏度，又可以多次反復地進行混煉與極性溶劑的添加。

[0273] 可以利用輥壓法、平板壓法等壓縮方法對該正極活性物質層 502 進行按壓而使將其壓密。

[0274] 接著，較佳為將氧化石墨烯還原。例如既可以利用熱處理進行還原，又可以使用還原劑進行還原。

[0275] 以下，說明使用還原劑的還原方法的例子。首先，在包含還原劑的溶劑中進行反應。在該步驟中，包

含在活性物質層的氧化石墨烯被還原，而形成石墨烯。另外，包含在氧化石墨烯中的氧不一定全部脫離，氧的一部分也可以殘留在石墨烯中。當石墨烯包含氧時，以 XPS 測量的氧的比例為石墨烯整體的 2at.% 以上且 20at.% 以下，較佳為 3at.% 以上且 15at.% 以下。較佳為在室溫以上且 150℃ 以下的溫度下進行該還原處理。

[0276] 作為還原劑，可以使用抗壞血酸、肼、二甲基肼、對苯二酚、硼氫化鈉 (NaBH_4)、四丁基溴化銨 (TBAB)、 LiAlH_4 、乙二醇、聚乙二醇、N,N-二乙基羥胺或它們的衍生物。

[0277] 對於溶劑，可以使用極性溶劑。只要是能夠溶解還原劑的溶劑就對材料沒有限制。例如可以使用水、甲醇、乙醇、丙酮、四氫呋喃 (THF)、二甲基甲醯胺 (DMF)、N-甲基吡咯烷酮 (NMP) 和二甲基亞砷 (DMSO) 中的任一種或兩種以上的混合液。

[0278] 然後，進行洗滌，使溶劑揮發。可在減壓（真空）下或還原氛圍下進行溶劑的揮發。例如可在真空中以 50℃ 以上且 160℃ 以下的溫度進行 10 分鐘以上且 48 小時以下的加熱，由此進行溶劑的揮發。由於該加熱，而使存在於正極活性物質層 502 中的極性溶劑、水分充分蒸發、揮發或去除。也可以在使溶劑揮發之後進行按壓。

[0279] 或者，也可以使用乾燥爐等使溶劑揮發。在使用乾燥爐時，例如以 30℃ 以上且 200℃ 以下的溫度進行 30 秒以上且 20 分鐘以下的加熱即可。或者，也可以分階

段地增高溫度。

[0280] 在使用還原劑的上述還原反應中，可以利用加熱促進還原。也可以在化學還原之後使溶劑揮發，再進行加熱。

[0281] 在不進行使用還原劑的還原時，利用加熱處理進行還原即可。例如，可以在減壓（真空）下以 150°C 以上的溫度進行 0.5 小時以上且 30 小時以下的加熱。

[0282] 藉由上述步驟，可以製造石墨烯均勻地分散在正極活性物質中的正極活性物質層 502。

[0283] 在此，較佳為在使用氧化石墨烯的電極中進行還原，更佳為在化學還原之後進行熱還原的條件下進行還原。在此，在熱還原中，使氧原子例如以二氧化碳的形式脫離，另一方面，在化學還原中，藉由使用化學反應進行還原，可以增加形成 sp^2 鍵的碳原子的比例。在進行化學還原之後再進行熱還原，由此所形成的石墨烯的導電性進一步得到提高，所以是較佳的。

[0284] 藉由作為正極使用 LiFePO_4 ，可以實現對過充電等外部負載也穩定的安全性高的蓄電池。因此，例如這種蓄電池特別適合於用於攜帶的可攜式設備、帶在身上的可穿戴設備等的蓄電池。

[0285] 在此，說明蓄電池所包括的正極的總容量和蓄電池所包括的負極的總容量之間的比例。設定下述公式（1）定義的 R 是正極/負極容量比。在此，正極容量是指蓄電池所包括的正極的總容量，負極容量是指蓄電池所包

括的負極的總容量。

[0286]

[公式 1]

$$R = \frac{\text{正極容量}}{\text{負極容量}} \times 100 [\%] \quad (1)$$

[0287] 在此，在正極容量及負極容量的計算中，例如也可以使用理論容量等。或者，也可以使用基於實測值的容量等。例如，當使用 LiFePO_4 和石墨並計算容量時，作為每活性物質重量的容量分別採用 170mAh/g 、 372mAh/g 即可。

[0288] 本實施方式可以與其他實施方式適當地組合而實施。

[0289]

實施方式 4

在本實施方式中，說明使用本發明的一個方式的蓄電裝置的各種方式。

[0290]

[使用捲繞體的蓄電池的結構例子]

接著，圖 47A 至圖 48B 示出根據本發明的一個方式所製造的蓄電裝置的使用捲繞體的蓄電池的結構例子。圖 47A 和圖 47B 所示的捲繞體 993 包括負極 994、正極 995 以及隔離體 996。

[0291] 捲繞體 993 是夾著隔離體 996 使負極 994 和正極 995 互相重疊來形成疊層片，並且將該疊層片捲繞而

S

獲得的。藉由使用方型密封容器等覆蓋該捲繞體 993，製造方型二次電池。

[0292] 另外，各包括負極 994、正極 995 以及隔離體 996 的疊層的疊層個數取決於所需的容量和元件體積適當地確定。負極 994 經由引線電極 997 和引線電極 998 中的一個與負極集電器（未圖示）連接，正極 995 經由引線電極 997 和引線電極 998 中的另一個與正極集電器（未圖示）連接。

[0293] 在此，負極 994 和正極 995 不重疊的面積越小越好。圖 47B 示出捲繞體 993 的負極 994 的寬度 1091 小於正極 995 的寬度 1092 的例子。負極 994 的端部位於正極 995 的端部之間的區域的內側。藉由採用這種結構，可以使負極 994 整體與正極 995 重疊，或者可以縮小負極 994 和正極 995 不重疊的區域的面積。

[0294] 在負極 994 的面比積正極 995 的面積過大的情況下，正極 995 的多餘部分是大的，其降低例如蓄電裝置的每體積的容量。因此，例如在負極 994 的端部位於正極 995 的端部之間的區域的內側的情況下，正極 995 的端部和負極 994 的端部之間的距離較佳為 3mm 以下，更佳為 0.5mm 以下，進一步較佳為 0.1mm 以下。或者，正極 995 和負極 994 之間的寬度差較佳為 6mm 以下，更佳為 1mm 以下，進一步較佳為 0.2mm 以下。

[0295] 或者，較佳為寬度 1091 和寬度 1092 大致相等，且負極 994 的端部和正極 995 的端部大致對齊。

[0296] 在圖 48A 及圖 48B 所示的蓄電池 980 中，在藉由熱壓合等貼合成為外包裝體的薄膜 981 和具有凹部的薄膜 982 而形成的空間中封裝上述捲繞體 993。捲繞體 993 包括引線電極 997 和引線電極 998，並在由薄膜 981 和具有凹部的薄膜 982 形成的空間內側被浸滲在電解液中。

[0297] 對於薄膜 981 及具有凹部的薄膜 982，例如可以使用鋁等金屬材料或樹脂材料。藉著對於薄膜 981 及具有凹部的薄膜 982 的使用樹脂材料，當從外部被施加力量時可以使薄膜 981 及具有凹部的薄膜 982 變形；因而可以製造撓性的蓄電池。

[0298] 在圖 48A 及圖 48B 中示出藉由兩個薄膜形成空間的例子可以藉由將一個薄膜彎折形成空間，並且在該空間中擺放上述捲繞體 993。

[0299] 此外，對於蓄電裝置的外包裝體或密封容器，可以使用由樹脂材料等於製造撓性的蓄電裝置中。注意，在使用樹脂材料構成外包裝體或密封容器的情況下，使用導電材料構成連接到外部的部分。

[0300] 圖 49A 和圖 49B 示出與圖 48A 和圖 48B 不同的其他薄型蓄電池的例子。圖 49A 的捲繞體 993 與圖 47A、圖 47B 以及圖 48A 所示的捲繞體相同，因此省略詳細的說明。

[0301] 在圖 49A 及圖 49B 所示的蓄電池 990 中，在外包裝體 991 的內部容納上述捲繞體 993。捲繞體 993 包

括引線電極 997 及引線電極 998，並在外包裝體 991、外包裝體 992 中被浸滲在電解液中。外包裝體 991、外包裝體 992 例如可以使用鋁等金屬材料或樹脂材料。當作為外包裝體 991、外包裝體 992 的材料使用樹脂材料時，當從外部被施加力量時可以使外包裝體 991、外包裝體 992 變形，而可以製造具有撓性的薄型蓄電池。

[0302]

[圓筒型蓄電池]

接下來，作為與圖 47A 和圖 47B、圖 48A 和圖 48B、以及圖 49A 和圖 49B 同樣地使用捲繞體的蓄電裝置的一個例子，示出圓筒型蓄電池。參照圖 50A 和圖 50B 對圓筒型蓄電池進行說明。如圖 50A 所示，圓筒型蓄電池 600 在頂面具有正極蓋（電池蓋）601，並在側面及底面具有電池罐（外裝罐）602。由墊片（絕緣墊片）610 使上述正極蓋 601 與電池罐（外裝罐）602 絕緣。

[0303] 圖 50B 是示意性地示出圓筒型蓄電池的剖面的圖。在中空圓柱狀電池罐 602 的內側設置有電池元件，在該電池元件中，帶狀的正極 604 和帶狀的負極 606 夾著隔離體 605 被捲繞。雖然未圖示，但是電池元件以中心銷為中心被捲繞。電池罐 602 的一端關閉且另一端開著。作為電池罐 602 可以使用對電解液具有抗腐蝕性的鎳、鋁、鈦等金屬、它們的合金或者它們和其他金屬的合金（例如不鏽鋼等）。另外，為了防止電解液所引起的腐蝕，電池罐 602 較佳為被鎳或鋁等覆蓋。在電池罐 602 的內側，正

極、負極及隔離體被捲繞的電池元件由對置的一對絕緣板 608 和絕緣板 609 夾著。另外，在設置有電池元件的電池罐 602 的內部中注入有非水電解液（未圖示）。作為非水電解液，可以使用與硬幣型蓄電池相同的非水電解液。

[0304] 與上述薄型蓄電池的正極及負極同樣地製造正極 604 及負極 606 即可。因為用於圓筒型蓄電池的正極及負極被捲繞，所以較佳為活性物質形成在集電器的雙面。正極 604 與正極端子（正極集電導線）603 連接，負極 606 與負極端子（負極集電導線）607 連接。正極端子 603 及負極端子 607 都可以使用鋁等金屬材料。將正極端子 603 電阻鉗錫到安全閥機構 612，將負極端子 607 電阻鉗錫到電池罐 602 底。安全閥機構 612 與正極蓋 601 藉由 PTC（Positive Temperature Coefficient：正溫度係數）元件 611 電連接。當電池的內壓上升到超過指定的臨界值時，安全閥機構 612 切斷正極蓋 601 與正極 604 的電連接。另外，PTC 元件 611 是在溫度上升時其電阻增大的熱敏感電阻元件，並藉由電阻的增大來限制電流量以防止異常發熱。作為 PTC 元件，可以使用鈦酸鋇（ BaTiO_3 ）類半導體陶瓷等。

[0305] 在此，負極 606 和正極 604 不重疊的面積越小越好。例如，負極 606 的端部較佳為位於正極 604 的內側。例如正極 604 的端部和負極 606 的端部之間的距離較佳為 3mm 以下，更佳為 0.5mm 以下，進一步較佳為 0.1mm 以下。或者，正極 604 的寬度 1094 和負極 606 的

寬度 1093 之間的寬度差較佳為 6mm 以下，更佳為 1mm 以下，進一步較佳為 0.2mm 以下。

[0306] 或者，較佳為寬度 1093 和寬度 1094 大致相同，且負極 606 的端部和正極 604 的端部大致對齊。

[0307]

[硬幣型蓄電池]

接著，硬幣型蓄電池的一個例子，其是根據本發明的一個方式所製造蓄電池，將參照圖 51A 至圖 51C 說明蓄電裝置的例子。圖 51A 是硬幣型（單層扁平型）蓄電池的外觀圖，及圖 51B 及圖 51C 是其剖面圖。

[0308] 在硬幣型蓄電池 300 中，兼作正極端子的正極罐（positive electrode can）301 和兼作負極端子的負極罐（negative electrode can）302 被由聚丙稀等形成的墊片 303 彼此絕緣而密封。正極 304 包括正極集電器 305 以及設置與正極集電器 305 接觸的正極活性物質層 306。對於正極活性物質層 306，可參照正極活性物質層 502 的記載。

[0309] 負極 307 包括負極集電器 308 以及設置與負極集電器 308 接觸的負極活性物質層 309。對於負極活性物質層 309，可參照負極活性物質層 505 的記載。對於隔離體 310，可參照隔離體 507 的記載。對於電解液，可參照電解液 508 的記載。

[0310] 在用於硬幣型蓄電池 300 的正極 304 及負極 307 之各者的僅僅一個面設置有活性物質層。

[0311] 在此，正極 304 及負極 307 的形狀及面積較佳大致相同，正極 304 的端部和負極 307 的端部較佳為大致對齊。圖 51B 示出正極 304 的端部和負極 307 的端部對齊的例子。

[0312] 或者，較佳為負極 307 的面積比正極 304 的面積大，且正極 304 的端部位於負極 307 的端部之間的區域的內側。圖 51C 示出正極 304 的端部位於負極 307 的端部之間的區域的內側的例子。

[0313] 作為正極罐 301、負極罐 302，可以使用對電解液具有抗腐蝕性的鎳、鋁、鈦等金屬、它們的合金或者它們和其他金屬的合金（例如不鏽鋼等）。另外，為了防止電解液所引起的腐蝕，正極罐 301 及負極罐 302 較佳為被鎳或鋁等覆蓋。正極罐 301 與正極 304 電連接，負極罐 302 與負極 307 電連接。

[0314] 將這些負極 307、正極 304 及隔離體 310 浸漬到電解質中，如圖 51B、圖 51C 所示那樣，將正極罐 301 設置在下方，依次層疊正極 304、隔離體 310、負極 307、負極罐 302，使墊片 303 介於正極罐 301 與負極罐 302 之間並進行壓合，由此製造硬幣型蓄電池 300。

[0315] 在本實施方式中，雖然作為蓄電池示出硬幣型、圓筒型及薄型的蓄電池，但是也可以使用密封型蓄電池、方型蓄電池等各種形狀的蓄電池。此外，也可以採用層疊有多個正極、多個負極、多個隔離體的結構以及捲繞有正極、負極、隔離體的結構。

[0316]

[蓄電系統的結構例子]

參照圖 52A 和圖 52B、圖 53A1、圖 53A2、圖 53B1 和圖 53B2、圖 54A 和圖 54B 對蓄電系統的結構例子進行說明。在此，蓄電系統例如是指安裝有蓄電裝置的設備。在本實施方式說明的蓄電系統包括使用本發明的一個方式的蓄電裝置的蓄電池。

[0317] 圖 52A 和圖 52B 是示出蓄電系統的外觀圖的圖。蓄電系統包括電路基板 900 和蓄電池 913。在蓄電池 913 上貼合有簽條 910。再者，如圖 52B 所示，蓄電系統包括端子 951 和端子 952、天線 914 和天線 915。

[0318] 電路基板 900 包括端子 911 和電路 912。端子 911 與端子 951、端子 952、天線 914、天線 915 及電路 912 連接。另外，也可以設置多個端子 911，將多個端子 911 分別用作控制信號輸入端子、電源端子等。

[0319] 電路 912 也可以設置在電路基板 900 的背面。另外，天線 914 及天線 915 的形狀不侷限於線圈狀，例如也可以為線狀、板狀。另外，還可以使用平面天線、口徑天線、行波天線、EH 天線、磁場天線或介質天線等天線。或者，天線 914 或天線 915 也可以為平板狀的導體。該平板狀的導體也可以用作電場鍵合用的導體之一。換言之，也可以將天線 914 或天線 915 用作電容器所具有的兩個導體中之一。由此，不但利用電磁、磁場，而且還可以利用電場交換電力。

[0320] 天線 914 的線寬度較佳大於天線 915 的線寬度。由此，使增大天線 914 所受電的電力量可能。

[0321] 蓄電系統在天線 914 及天線 915 與蓄電池 913 之間包括層 916。層 916 例如具有能夠遮蔽藉由蓄電池 913 的電磁場的功能。作為層 916，例如可以使用磁性體。

[0322] 另外，蓄電系統的結構不侷限於圖 52A 和圖 52B 所示的結構。

[0323] 例如，如圖 53A1 及圖 53A2 所示，也可以在圖 52A 及圖 52B 所示的蓄電池 913 的兩相對面分別設置有天線。圖 53A1 示出上述相對面的一側的外觀圖，圖 53A2 示出上述相對面的另一側的外觀圖。另外，對於與圖 52A 及圖 52B 所示的蓄電系統相同的部分，可以適當地援用圖 52A 及圖 52B 所示的蓄電系統的說明。

[0324] 如圖 53A1 所示，在蓄電池 913 的一對面的一個面上夾著層 916 設置有天線 914，如圖 53A2 所示，在蓄電池 913 的一對面的另一個面上夾著層 917 設置有天線 915。層 917 例如具有能夠遮蔽來自蓄電池 913 的電磁場的功能。作為層 917，例如可以使用磁性體。

[0325] 藉由採用上述結構，可以增大天線 914 和天線 915 兩者的尺寸。

[0326] 或者，如圖 53B1 及圖 53B2 所示，可以在圖 52A 及圖 52B 所示的蓄電池 913 的對置的一對面上分別設置不同天線。圖 53B1 示出從上述一對面的一個面一側看

時的外觀圖，圖 53B2 示出從上述一對面的另一個面一側看時的外觀圖。另外，與圖 52A 及圖 52B 所示的蓄電系統相同的部分可以適當地援用圖 52A 及圖 52B 所示的蓄電系統的說明。

[0327] 如圖 53B1 所示，在蓄電池 913 的一對面的一個面上夾著層 916 設置有天線 914 和天線 915，如圖 53A2 所示，在蓄電池 913 的一對面的另一個面上夾著層 917 設置有天線 918。天線 918 例如具有能夠與外部設備進行資料通信的功能。作為天線 918，例如可以使用具有能夠應用於天線 914 及天線 915 的形狀的天線。作為利用天線 918 的蓄電系統與其他設備之間的通信方法，可以使用 NFC 等能夠在蓄電系統與其他設備之間使用的回應方式等。

[0328] 或者，如圖 54A 所示，也可以在圖 52A 及圖 52B 所示的蓄電池 913 上設置顯示裝置 920。顯示裝置 920 藉由端子 919 與端子 911 電連接。另外，也可以不在設置有顯示裝置 920 的部分貼簽條 910。此外，與圖 52A 及圖 52B 所示的蓄電系統相同的部分可以適當地援用圖 52A 及圖 52B 所示的蓄電系統的說明。

[0329] 在顯示裝置 920 上，例如可以顯示表示是否正在進行充電的影像、表示蓄電量的影像等。作為顯示裝置 920，例如可以使用電子紙、液晶顯示裝置、電致發光（也稱為 EL）顯示裝置等。例如，藉由使用電子紙可以降低顯示裝置 920 的耗電量。

[0330] 或者，如圖 54B 所示，也可以在圖 52A 及圖 52B 所示的蓄電池 913 中設置感測器 921。感測器 921 藉由端子 922 與端子 911 電連接。此外，與圖 52A 及圖 52B 所示的蓄電系統相同的部分可以適當地援用圖 52A 及圖 52B 所示的蓄電系統的說明。

[0331] 感測器 921 例如可以具有能夠測量如下因素的功能：力量、位移、位置、速度、加速度、角速度、轉動數、距離、光、液、磁、溫度、化學物質、聲音、時間、硬度、電場、電流、電壓、電力、輻射線、流量、濕度、斜率、振動、氣味或紅外線。藉由設置感測器 921，例如可以檢測出示出設置有蓄電系統的環境的資料（溫度等），而將其儲存在電路 912 中的記憶體。

[0332] 在本實施方式所示的蓄電池或蓄電系統中，使用根據本發明的一個方式的電極。因此，可以提高蓄電池或蓄電系統的容量。此外，可以提高能量密度及可靠性，並可以延長使用壽命。

[0333] 本實施方式可以與其他實施方式適當地組合而實施。

[0334]

實施方式 5

在本實施方式中，說明包括根據本發明的一個方式所製造的蓄電裝置的撓性的蓄電池的電子裝置的例子。

[0335] 圖 55A 至圖 55G 示出將實施方式 2 所示的包括撓性的蓄電池的電子裝置的例子。包括撓性的蓄電裝置

5

的電子裝置的例子包括，電視機（也稱為電視或電視接收機）、用於電腦等的顯示器、諸如數位相機和數位攝影機的相機、數位相框、手機（也稱為行動電話、行動電話裝置）、可攜式遊戲機、可攜式資訊終端、音頻再生裝置、諸如彈珠機的大型遊戲機等。

[0336] 此外，也可以將具有撓性形狀的蓄電裝置沿著在房屋及高樓的內壁或外壁、汽車的內部裝修或外部裝修的曲面組裝。

[0337] 圖 55A 示出手機的一個例子。手機 7400 除了組裝在外殼 7401 中的顯示部 7402 之外還具備操作按鈕 7403、外部連接埠 7404、揚聲器 7405、麥克風 7406 等。另外，手機 7400 具有蓄電裝置 7407。

[0338] 圖 55B 示出使手機 7400 彎曲的狀態。在利用外部的力量使手機 7400 變形而使其整體彎曲時，設置在其內部的蓄電裝置 7407 也被彎曲。圖 55C 示出此時被彎曲的蓄電裝置 7407 的狀態。蓄電裝置 7407 是薄型蓄電池。蓄電裝置 7407 在彎曲狀態下被固定。蓄電裝置 7407 具有與集電器電連接的引線電極。

[0339] 圖 55D 示出手鐲型顯示裝置的一個例子。可攜式顯示裝置 7100 具備外殼 7101、顯示部 7102、操作按鈕 7103 及蓄電裝置 7104。另外，圖 55E 示出被彎曲的蓄電裝置 7104。當蓄電裝置 7104 以彎曲的狀態戴在使用者的胳膊時，蓄電裝置 7104 的外殼變形，而其一部分或全部的曲率發生變化。以等價圓半徑的值表示曲線的任一點

的彎曲程度的值是曲率半徑，並且將曲率半徑的倒數稱為曲率。明確而言，外殼或蓄電裝置 7104 的主表面的一部分或全部在曲率半徑為 40mm 以上且 150mm 以下的範圍變形。只要蓄電裝置 7104 的主表面中的曲率半徑在 40mm 以上且 150mm 以下的範圍內，就可以保持高可靠性。

[0340] 圖 55F 是手錶型可攜式資訊終端的一個例子。可攜式資訊終端 7200 包括外殼 7201、顯示部 7202、帶子 7203、帶扣 7204、操作按鈕 7205、輸入輸出端子 7206 等。

[0341] 可攜式資訊終端 7200 可以執行行動電話、電子郵件、文章的閱讀及編寫、音樂播放、網路通訊、電腦遊戲等各種應用程式。

[0342] 顯示部 7202 的顯示面彎曲，能夠沿著彎曲的顯示面進行顯示。另外，顯示部 7202 具備觸控感測器，可以用手指或觸控筆等觸摸畫面來進行操作。例如，藉由觸摸顯示於顯示部 7202 的圖示 7207，可以啟動應用程式。

[0343] 操作按鈕 7205 除了時刻設定之外，還可以具有電源開關、無線通訊的開關、靜音模式的設置及取消、省電模式的設置及取消等各種功能。例如，藉由利用組裝在可攜式資訊終端 7200 中的作業系統，可以自由地設定操作按鈕 7205 的功能。

[0344] 另外，可攜式資訊終端 7200 可以執行被通信標準化的近距離無線通訊。例如，藉由與可無線通訊的耳

麥通信，可以進行免提通話。

[0345] 另外，可攜式資訊終端 7200 具備輸入輸出端子 7206，可以藉由連接器直接向其他資訊終端發送資料或從其他資訊終端接收資料。另外，也可以藉由輸入輸出端子 7206 進行充電。另外，充電工作也可以利用無線供電進行，而不利用輸入輸出端子 7206。

[0346] 可攜式資訊終端 7200 的顯示部 7202 包括具備根據本發明的一個方式的電極構件的蓄電裝置。例如，可以將彎曲狀態的圖 55E 所示的蓄電裝置 7104 組裝在外殼 7201 的內部，或者，將能夠彎曲狀態的蓄電裝置 7104 組裝在帶子 7203 的內部。

[0347] 圖 55G 示出袖章型顯示裝置的一個例子。顯示裝置 7300 具備顯示部 7304 以及根據本發明的一個方式的蓄電裝置。顯示裝置 7300 也可以在顯示部 7304 具備觸控感測器，並用作可攜式資訊終端。

[0348] 顯示部 7304 的顯示面彎曲，能夠沿著彎曲的顯示面進行顯示。另外，顯示裝置 7300 可以利用被通信標準化的近距離無線通訊等改變顯示情況。

[0349] 顯示裝置 7300 具備輸入輸出端子，可以藉由連接器直接向其他資訊終端發送資料或從其他資訊終端接收資料。另外，也可以藉由輸入輸出端子進行充電。另外，充電工作也可以利用無線供電進行，而不利用輸入輸出端子。

[0350] 本實施方式可以與其他實施方式適當地組合

而實施。

[0351]

實施方式 6

在本實施方式中，說明可以安裝蓄電裝置的電子裝置的例子。

[0352] 圖 56A 和圖 56B 示出可折疊一半的平板終端的一個例子。圖 56A 及圖 56B 所示的平板終端 9600 包括外殼 9630a、外殼 9630b、連接外殼 9630a 和外殼 9630b 的可動部 9640、具有顯示部 9631a 及顯示部 9631b 的顯示部 9631、顯示模式切換開關 9626、電源開關 9627、省電模式切換開關 9625、卡子 9629 以及操作開關 9628。圖 56A 示出打開平板終端 9600 的狀態，圖 56B 示出合上平板終端 9600 的狀態。

[0353] 平板終端 9600 在外殼 9630a 及外殼 9630b 的內部包括蓄電體 9635。蓄電體 9635 穿過可動部 9640 橫越外殼 9630a 及外殼 9630b 設置。

[0354] 顯示部 9631a 的一部分可以是觸控面板的區域 9632a，並且可以藉由接觸所顯示的操作鍵 9638 來輸入資料。注意，在圖 56A 中，作為一個例子示出顯示部 9631a 的一半只具有顯示的功能，並且另一半具有觸控面板的功能的結構。但是，顯示部 9631a 的結構不侷限於該結構。也可以採用顯示部 9631a 的整個區域都具有觸控面板的功能的結構。例如，在顯示部 9631b 可用作顯示畫面的同時，可以使顯示部 9631a 的整個面顯示鍵盤按鈕並用

5

作觸控面板。

[0355] 如在顯示部 9631b 中，顯示部 9631a 的一部分用作觸控面板的區域 9632b。此外，當以手指或觸控筆等接觸觸控面板上的鍵盤顯示切換按鈕 9639 時，可以在顯示部 9631b 上顯示鍵盤按鈕。

[0356] 可以在觸控面板的區域 9632a 和觸控面板的區域 9632b 中同時進行觸摸輸入。

[0357] 顯示模式切換開關 9626 允許切換橫向模式和直向模式等顯示的方向並選擇黑白顯示或彩色顯示等的切換。根據藉由平板終端 9600 所內置的光感測器所檢測的平板終端 9600 所使用時的外光的光量，省電模式切換開關 9625 可以控制顯示的亮度。除了光感測器以外，平板終端中還可以內置陀螺儀和加速度感測器等確定傾斜度的感測器等的其他檢測裝置。

[0358] 雖然圖 56A 示出顯示部 9631b 與顯示部 9631a 具有相同的顯示面積，但是本發明的一個方式不侷限於此。顯示部 9631b 與顯示部 9631a 可以具有不同的尺寸，也可以具有不同的顯示品質。例如顯示部 9631a 和 9631b 中的一個可以比另一個顯示更高精細的影像。

[0359] 圖 56B 是合上的狀態，並且平板終端包括外殼 9630、太陽能電池 9633、具備 DCDC 轉換器 9636 的充放電控制電路 9634。作為蓄電體 9635 使用本發明的一個方式的蓄電體。

[0360] 此外，平板終端 9600 能夠折疊，因此不使用

時可以以重疊的方式折疊外殼 9630a 及外殼 9630b。藉由折疊外殼 9630a 及外殼 9630b，可以保護顯示部 9631a 和顯示部 9631b，而可以提高平板終端 9600 的耐久性。使用根據本發明的一個方式的蓄電體的蓄電體 9635 具有撓性，即使被反復彎曲，充放電容量也不容易減少。因此可以提供一種可靠性高的平板終端。

[0361] 此外，圖 56A 和圖 56B 所示的平板終端還可以具有如下功能：顯示各種各樣的資訊（靜態影像、動態影像、文字影像等）；將日曆、日期或時刻等顯示在顯示部上；對顯示在顯示部上的資訊進行操作或編輯的觸摸輸入；藉由各種各樣的軟體（程式）控制處理等。

[0362] 藉由利用安裝在平板終端的表面上的太陽能電池 9633，可以將電力供應到觸控面板、顯示部或影像信號處理部等。注意，太陽能電池 9633 可以設置在外殼 9630 的一面或兩面，並且可以高效地對蓄電體 9635 進行充電。另外，當作為蓄電體 9635 使用鋰離子電池時，有可以實現小型化等優點。

[0363] 另外，參照圖 56C 所示的方塊圖而對圖 56B 所示的充放電控制電路 9634 的結構和工作進行說明。圖 56C 示出太陽能電池 9633、蓄電體 9635、DCDC 轉換器 9636、轉換器 9637、開關 SW1 至開關 SW3 以及顯示部 9631，蓄電體 9635、DCDC 轉換器 9636、轉換器 9637、開關 SW1 至開關 SW3 對應圖 56B 所示的充放電控制電路 9634。

[0364] 首先，說明在利用外光使太陽能電池 9633 發電時的工作的例子。使用 DCDC 轉換器 9636 對太陽能電池所產生的電力進行升壓或降壓以使它成為用來對蓄電體 9635 進行充電的電壓。並且，當利用來自太陽能電池 9633 的電力使顯示部 9631 工作時使開關 SW1 導通，並且，利用轉換器 9637 將其升壓或降壓到顯示部 9631 所需要的電壓。另外，採用當不進行顯示部 9631 中的顯示時，使 SW1 截止且使 SW2 導通來對蓄電體 9635 進行充電的結構即可。

[0365] 注意，作為發電單元的一個例子示出太陽能電池 9633，但是不侷限於此，也可以使用壓電元件（piezoelectric element）或熱電轉換元件（珀耳帖元件（Peltier element））等其他發電單元進行蓄電體 9635 的充電。例如，也可以使用以無線（不接觸）的方式能夠收發電力來進行充電的無接點電力傳輸模組或組合其他充電方法進行充電。

[0366] 圖 57 示出其他電子裝置的例子。在圖 57 中，顯示裝置 8000 是包括根據本發明的一個方式的蓄電裝置 8004 的電子裝置的一個例子。具體地說，顯示裝置 8000 對應於電視廣播接收用顯示裝置，並包括外殼 8001、顯示部 8002、揚聲器部 8003 及蓄電裝置 8004 等。根據本發明的一個方式的蓄電裝置 8004 設置在外殼 8001 的中。顯示裝置 8000 可以接受來自商業電源的電力供應。替代地，顯示裝置 8000 可以使用蓄積在蓄電裝置

8004 中的電力。因此，即使當由於停電等不能接受來自商業電源的電力供應時，利用根據本發明的一個方式的蓄電裝置 8004 用作不斷電供應系統，也可以操作顯示裝置 8000。

[0367] 對於顯示部 8002，可以使用半導體顯示裝置諸如液晶顯示裝置、在每個像素中設置諸如有機 EL 元件等發光元件的發光裝置、電泳顯示裝置、DMD（數位微鏡裝置：Digital Micromirror Device）、PDP（電漿顯示面板：Plasma Display Panel）及 FED（場致發射顯示器：Field Emission Display）等。

[0368] 注意，除了電視廣播接收用的顯示裝置之外，顯示裝置還包括所有顯示資訊用顯示裝置，例如個人電腦用顯示裝置或廣告顯示用顯示裝置等。

[0369] 在圖 57 中，安鑲型照明設備 8100 是使用根據本發明的一個方式的蓄電裝置 8103 的電子裝置的一個例子。明確地說，照明設備 8100 包括外殼 8101、光源 8102 及蓄電裝置 8103 等。雖然在圖 57 中例示出蓄電裝置 8103 設置在安鑲有外殼 8101 及光源 8102 的天花板 8104 的內部的情況，但是蓄電裝置 8103 也可以設置在外殼 8101 的內部。照明設備 8100 既可以接受來自商業電源的電力供應，又可以使用蓄積在蓄電裝置 8103 中的電力。因此，即使當由於停電等不能接受來自商業電源的電力供應時，藉由將根據本發明的一個方式的蓄電裝置 8103 用作不斷電供應系統，也可以利用照明設備 8100。

[0370] 雖然在圖 57 中例示出設置在天花板 8104 的安鑲型照明設備 8100，但是根據本發明的一個方式的蓄電裝置既可以用於設置在天花板 8104 以外的例如側壁 8105、地板 8106 或窗戶 8107 等的安鑲型照明設備，又可以用於臺式照明設備等。

[0371] 另外，作為光源 8102，可以使用利用電力人工性地得到光的人工光源。明確地說，作為上述人工光源的例子，可以舉出白熾燈泡、螢光燈等放電燈以及 LED 或有機 EL 元件等發光元件。

[0372] 在圖 57 中，具有室內機 8200 及室外機 8204 的空調器是使用根據本發明的一個方式的蓄電裝置 8203 的電子裝置的一個例子。明確地說，室內機 8200 包括外殼 8201、出風口 8202 及蓄電裝置 8203 等。雖然在圖 57 中例示出蓄電裝置 8203 設置在室內機 8200 中的情況，但是蓄電裝置 8203 也可以設置在室外機 8204 中。或者，也可以在室內機 8200 和室外機 8204 的兩者中設置有蓄電裝置 8203。空調器既可以接受來自商業電源的電力供應，又可以使用蓄積在蓄電裝置 8203 中的電力。尤其是，當在室內機 8200 和室外機 8204 的兩者中設置有蓄電裝置 8203 時，即使當由於停電等不能接受來自商業電源的電力供應時，藉由將根據本發明的一個方式的蓄電裝置 8203 用作不斷電供應系統，也可以利用空調器。

[0373] 雖然在圖 57 中例示由室內機和室外機構成的分體式空調器，但是也可以將根據本發明的一個方式的蓄

電裝置用於在一個外殼中具有室內機的功能和室外機的功能的一體式空調器。

[0374] 在圖 57 中，電冷藏冷凍箱 8300 是使用根據本發明的一個方式的蓄電裝置 8304 的電子裝置的一個例子。明確地說，電冷藏冷凍箱 8300 包括外殼 8301、冷藏室門 8302、冷凍室門 8303 及蓄電裝置 8304 等。在圖 57 中，蓄電裝置 8304 設置在外殼 8301 的內部。電冷藏冷凍箱 8300 既可以接受來自商業電源的電力供應，又可以使用蓄積在蓄電裝置 8304 中的電力。因此，即使當由於停電等不能接受來自商業電源的電力供應時，藉由將根據本發明的一個方式的蓄電裝置 8304 用作不斷電供應系統，也可以利用電冷藏冷凍箱 8300。

[0375] 另外，在上述電子裝置中，微波爐等高頻加熱裝置和電鍋等電子裝置在短時間內需要高功率。因此，藉由將根據本發明的一個方式的蓄電裝置用作用來輔助商業電源不能充分供應的電力的輔助電源，在使用電子裝置時可以防止商業電源的總開關跳電。

[0376] 另外，在不使用電子裝置的時間段，尤其是在商業電源的供應源能夠供應的電力總量中的實際使用的電力的比率（稱為電力使用率）低的時間段中，將電力蓄積在蓄電裝置中，由此可以抑制在上述時間段以外的時間段中電力使用率增高。例如，關於電冷藏冷凍箱 8300，在氣溫低且不進行冷藏室門 8302 或冷凍室門 8303 的開關的夜間，將電力蓄積在蓄電裝置 8304 中。並且，在氣溫

高且進行冷藏室門 8302 或冷凍室門 8303 的開關的白天，將蓄電裝置 8304 用作輔助電源，由此可以抑制白天的電力使用率。

[0377] 本實施方式可以與其他實施方式適當地組合而實施。

[0378]

實施方式 7

在本實施方式中，示出將蓄電裝置安裝在車輛中的例子。

[0379] 將蓄電裝置安裝在車輛中的使用可以實現混合動力汽車（HEV）、電動汽車（EV）或插電式混合動力汽車（PHEV）等新一代清潔能源汽車。

[0380] 在圖 58A 和圖 58B 中，示出使用本發明的一個方式的車輛的例子。圖 58A 所示的汽車 8400 是使用電發動機作為用來行駛的動力源的電動汽車。或者，汽車 8400 是作為用來行駛的動力源能夠適當地選擇使用電發動機或引擎的混合動力汽車。本發明的一個方式可以提供長行駛距離的車輛。汽車 8400 具備蓄電裝置。蓄電裝置不但可以驅動電發動機，而且還可以將電力供應到諸如車頭燈 8401 或室內燈（未圖示）等發光裝置。

[0381] 蓄電裝置可以將電力供應到汽車 8400 中所包括的顯示裝置，諸如速度表、轉速計等。此外，蓄電裝置可以將電力供應到汽車 8400 中所包括的半導體裝置，諸如導航系統。

[0382] 在圖 58B 所示的汽車 8500 包括蓄電裝置。當蓄電裝置藉由利用插件系統或非接觸饋電系統等透過外部的充電設備被供應電力時，可以來對汽車 8500 進行充電。圖 58B 中，以地上設置型的充電裝置 8021 透過電纜 8022 對安裝包括在汽車 8500 中的蓄電裝置 8024 進行充電。當進行充電時，可採用已知的 CHAdeMO（在日本註冊的商標）或聯合充電系統“Combined Charging System”，適當地作為充電方法或連接器的規格等。充電裝置 8021 可以是設置在商業設施的充電站或家庭的電源。例如，藉由利用插件技術從外部供應電力，可以對包括在汽車 8500 中的蓄電裝置 8024 進行充電。可以透過諸如 AC/DC 轉換器的轉換裝置將交流電力轉換成直流電力來進行充電。

[0383] 另外，雖然未圖示，但是也可以將受電裝置安裝在車輛中並從地上的送電裝置非接觸地供應電力來進行充電。當利用非接觸供電方式時，藉由在公路或外壁中組裝送電裝置，不但停車中而且行駛中也可以進行充電。此外，也可以利用該非接觸供電方式，在車輛之間進行電力的發送及接收。再者，還可以在車輛的外部設置太陽能電池，在停車時或行駛時進行蓄電裝置的充電。可以利用電磁感應方式或磁場共振方式實現這樣的非接觸供電。

[0384] 根據本發明的一個方式，可以提高蓄電裝置的循環特性及可靠性。此外，根據本發明的一個方式，可以提高蓄電裝置的特性，而可以使蓄電裝置本身小型輕量

化。另外，如果可以使蓄電裝置本身小型輕量化，就有助於實現車輛的輕量化，從而可以延長行駛距離。另外，可以將安裝在車輛中的蓄電裝置用作車輛之外的電力供應源。此時，可以避免在電力需求高峰時使用商業電源。

[0385] 本實施方式可以與其他實施方式適當地組合而實施。

實施例 1

[0386] 在實施例中，作為使用本發明的一個方式的蓄電裝置製造在實施方式 1 中示出的薄型蓄電池，並對其充放電特性進行評價。

[0387] 在薄型蓄電池中使用 1 組正極 503 及負極 506。圖 26A 至圖 26C 以及圖 27A 至圖 27D 示出使用正極 503 及負極 506 的俯視圖。圖 26A 至圖 26C 以及圖 27A 至圖 27D 所示的每個正極包括正極活性物質層 502 及突片區域 281。每個負極包括負極活性物質層 505 及突片區域 282。圖 26B、圖 27B 及圖 27D 示出重疊除突片區域之外的正極 503 的中心與除突片區域之外的負極 506 的中心的的情況，即，沒有錯位的理想情況的俯視圖。省略說明正極 503 和負極 506 之間的隔離體。

[0388] 圖 26A 示出正極 503 及負極 506 的俯視圖，圖 26B 示出重疊圖 26A 所示的除突片區域之外的正極 503 的中心與除突片區域之外的負極 506 的中心的的情況，即沒有錯位的理想情況的俯視圖。省略，正極 503 和負極 506

之間的隔離體。

[0389] 圖 26C 示出正極 503 及負極 506 的俯視圖。

[0390] 圖 27A 示出正極 503 及負極 506 的俯視圖。
圖 27B 示出重疊圖 27A 所示的除突片區域之外的正極 503 的中心與除突片區域之外的負極 506 的中心的情況的俯視圖。

[0391] 圖 27C 示出正極 503 及負極 506 的俯視圖。
圖 27D 示出圖 27C 所示的重疊除突片區域之外的正極 503 的中心與除突片區域之外的負極 506 的中心的情況的俯視圖。

[0392] 在此，將圖 26A 所示的正極和負極的大小的組合稱為電極尺寸 A，將圖 26C 所示的正極和負極的大小的組合稱為電極尺寸 B，將圖 27A 所示的正極和負極的大小的組合稱為電極尺寸 C，將圖 27C 所示的正極和負極的大小的組合稱為電極尺寸 D。在電極尺寸 A 的情況中，除突片區域之外的負極 506 的尺寸比除突片區域之外的正極 503 大。負極活性物質層 505 的面積比正極活性物質層 502 大。在電極尺寸的情況 B 中，除突片區域之外的負極 506 的尺寸與除突片區域之外的正極 503 相同。負極活性物質層 505 的面積與正極活性物質層 502 相同。在電極尺寸 C 及電極尺寸 D 的情況中，除突片區域之外的負極 506 的尺寸比除突片區域之外的正極 503 小。負極活性物質層 505 的面積比正極活性物質層 502 小。

[0393] 說明重疊除突片區域之外的正極 503 的中心

與除突片區域之外的負極 506 的中心時的正極 503 和負極 506 的各端部之間的距離。在電極尺寸 A 中，端部的距離 141、距離 142、距離 143 及距離 144 例如分別是 1mm、2mm、1mm 及 2mm。在電極尺寸 C 的情況中，端部的距離 145、距離 146、距離 147 及距離 148 例如分別是 1mm、2mm、1mm 及 2mm。在電極尺寸 D 的情況中，端部的距離 149、距離 150、距離 151 及距離 152 例如分別是 0.5mm、0.5mm、0.5mm 及 0.5mm。在此，在圖 26A 至圖 26C 以及圖 27A 至圖 27D 中，正極 503 的各端部和負極 506 的各端部之間的距離 141 至距離 152 與正極活性物質層 502 的各端部和負極活性物質層 505 的各端部之間的距離大約相同。

[0394]

[電極的製造]

首先，說明正極及負極的製造。

[0395] 首先，說明負極活性物質層的調合比及製造條件。作為活性物質使用比表面積為 $6.3\text{m}^2/\text{g}$ 且平均粒徑為 $15\mu\text{m}$ 的球狀天然石墨。作為結合劑，使用 CMC-Na（羧甲基纖維素鈉）及 SBR。所使用的 CMC-Na 的聚合度為 600 至 800，用作 1% 水溶液時的水溶液黏度在 $300\text{mPa}\cdot\text{s}$ 至 $500\text{mPa}\cdot\text{s}$ 的範圍內。將用來製造電極的漿料中的調合比設定為石墨：CMC-Na：SBR=97:1.5:1.5（重量%）。

[0396] 接著，使用圖 28A 和圖 28B 的流程圖說明負極用漿料的製造。藉由分為三個分組，即分組 1 至分組 3

製造漿料。

[0397] 圖 28A 示出分組 1 及分組 2 的漿料的製造方法。首先，將 CMC-Na 均勻地溶解於純水來調節水溶液（步驟 S1）。

[0398] 接著，混合 CMC-Na 水溶液和活性物質，然後使用混煉機進行揉合，得到混合物 1（步驟 S2）。在此，“揉合”是指以高黏度進行的混煉。

[0399] 接著，對混合物 1 添加 SBR 的 50wt%水分散液，使用混煉機進行混煉，得到混合物 2（步驟 S3）。

[0400] 接著，對混合物 2 添加作為溶劑的純水到成為預定的黏度為止，並進行混煉（步驟 S4）。藉由上述製程，製造漿料。

[0401] 接著，圖 28B 示出分組 3 的漿料的製造方法。首先，混合 CMC-Na 的粉末及活性物質，使用混煉機進行混煉（步驟 S11）。將所混煉的混合物看作混合物 1。

[0402] 接著，對混合物 1 添加作為溶劑的少量水，進行揉合，由此得到混合物 2（步驟 S12）。此時，藉由逐漸添加水可以防止 CMC-Na 或活性物質的凝集，所以是較佳的。

[0403] 接著，還添加溶劑，使用混煉機進行混煉（步驟 S13）。當在添加 SBR 之前預先降低混合物的黏度時，有時可以防止強力攪拌所導致的 SBR 的分離及沉澱，所以是較佳的。另外，有時可以減少氣泡的混入，所

以是較佳的。

[0404] 接著，添加 SBR 的 50wt%水分散液，使用混煉機進行混煉（步驟 S14）。然後，在減壓下進行脫泡，由此得到電極塗佈用漿料（步驟 S15）。

[0405] 接著，塗佈在分組 1 至分組 3 中製造的漿料。

[0406] 在分組 1 中，利用刮刀法在集電器上塗佈漿料。刮刀的操作速度為 10mm/sec。在此，在表 2 至表 4 所示的條件下，作為集電器使用膜厚度為 18 μ m 的壓延銅箔。在表 5 所示的條件下，作為集電器使用膜厚度為 10 μ m 的不鏽鋼箔（NSSC190）。後面，將說明表 2 至表 5 的詳細內容。

[0407] 接著，在大氣氛圍下且 50℃ 的加熱板上對塗佈有漿料的集電器進行 30 分鐘的乾燥。然後，在減壓氛圍下以 100℃ 進一步進行 10 小時的乾燥。藉由上述製程，在集電器的一個面上製造負極活性物質層。

[0408] 在分組 2 中，在使用與分組 1 相同的方法在集電器的一個面上形成負極活性物質層之後，使用同樣方法在集電器的另一個面上也形成負極活性物質層。

[0409] 在分組 3 中，使用連續塗佈機在集電器的一個面上塗佈漿料。作為集電器使用膜厚度為 18 μ m 的壓延銅箔。塗佈速度為 0.5m/min.。利用乾燥爐對所塗佈的漿料進行乾燥。在大氣氛圍下，以 50℃ 進行 180 秒鐘的乾燥，然後以 80℃ 進一步進行 180 秒鐘的乾燥。然後，在

減壓環境下以 100℃再進行 10 小時的乾燥。

[0410] 藉由上述製程，製造分組 1 至分組 3 中的負極。

[0411] 對正極的調合比及製造條件進行說明。作為活性物質使用比表面積為 $9.2\text{m}^2/\text{g}$ 的 LiFePO_4 ，作為結合劑使用 PVdF，作為導電助劑使用石墨烯。注意，石墨烯在製造漿料時是氧化石墨烯，在電極塗佈之後對其進行還原處理。將用來製造電極的漿料的調合比設定為 LiFePO_4 : 氧化石墨烯:PVdF=94.4:0.6:5.0（重量%）。

[0412] 接著，使用圖 29 的流程圖說明正極用漿料的製造方法。

[0413] 首先，利用混煉機對氧化石墨烯的粉末和作為溶劑的 NMP 進行混煉，而得到混合物 1（步驟 S21）。

[0414] 接著，對混合物 1 添加活性物質，使用混煉機對其進行揉合，而得到混合物 2（步驟 S22）。藉由進行揉合，可以減弱活性物質的凝聚，而可以進一步均勻地分散氧化石墨烯。

[0415] 對混合物 2 添加 PVdF，使用混煉機對其進行混煉，而得到混合物 3（步驟 S23）。

[0416] 對混合物 3 添加作為溶劑的 NMP，使用混煉機對其進行混煉（步驟 S24）。藉由上述步驟，製造漿料。

[0417] 接著，將所製造的漿料塗佈在預先進行過底塗層處理的鋁集電器（ $20\mu\text{m}$ ）上。使用連續塗佈機進行

塗佈，並將塗佈速度設定為 1m/min. 。然後，使用乾燥爐使溶劑揮發。藉由以 80°C 進行 4 分鐘的加熱，使溶劑揮發。然後，進行電極的還原。

[0418] 對於還原，首先進行化學還原，然後進行熱還原。首先，說明化學還原的條件。對於還原時使用的溶液製備如下：使用以 9:1 的比例混合 NMP 和水而成的溶劑，並且添加抗壞血酸及 LiOH 至溶劑以分別具有 77mmol/L 和 73mmol/L 的濃度。以 60°C 進行 1 小時的還原處理。然後，使用乙醇進行洗滌，在減壓氛圍下且在室溫下使溶劑揮發。接著，說明熱還原的條件。在進行化學還原之後，進行熱還原。在減壓氛圍下，以 170°C 進行 10 小時的熱還原處理。

[0419] 接著，利用輥壓法對正極活性物質層進行按壓而將其壓密。藉由上述製程製造正極。

[0420] 表 1 示出所製造的負極活性物質層及正極活性物質層的活性物質含量、厚度及密度。表 1 中的值表示在後述的表 2 至表 5 所記載的條件下製造蓄電池時使用的電極的各測量值的平均、最大值及最小值。當形成活性物質層時使集電器夾在其間的值為對於集電器的雙面形成活性物質層的各總和。

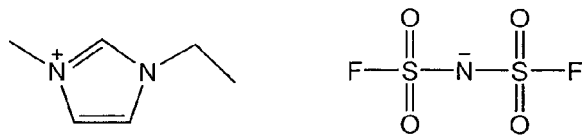
[0421]

[表 1]

			平均	最大值	最小值
正極活性物質層	膜厚度[mm]		55	59	43
	量[mg/cm ²]		9.3	10.0	8.3
	密度[g/cc]		1.8	2.3	1.6
負極活性物質層	Lot1	膜厚度[mm]	58	76	42
		量[mg/cm ²]	5.5	6.4	4.9
		密度[g/cc]	1.0	1.3	0.8
	Lot2	膜厚度[mm]	122	135	87
		量[mg/cm ²]	10.9	12.1	8.8
		密度[g/cc]	0.9	1.0	0.9
	Lot3	膜厚度[mm]	56	77	51
		量[mg/cm ²]	4.7	4.9	4.5
		密度[g/cc]	0.9	1.0	0.8

[0422] 接著，在電解液中，使用以結構式（G7）表示的 EMI-FSA 作為溶劑，且使用雙（三氟甲基磺醯）醯胺鋰（Li(CF₃SO₂)₂N，簡稱：LiTFSA）作為電解質。將 LiTFSA 溶解於 EMI-FSA 中，使準備具有 0.5mol/L 及 1mol/L 濃度的電解液。後面描述的表 2 至表 5 示出電解液中的鋰鹽濃度的條件。

[0423]
[化學式 17]



(G7)

[0424] 作為隔離體，使用 50μm 厚度的溶劑紡絲再生纖維素纖維（TF40，日本高度紙工業株式會社製造）。將

隔離體形成為具有縱 24mm 橫 45mm 的矩形狀。作為外包裝體，使用以樹脂層覆蓋的鋁箔。

[0425]

[蓄電池的製造]

接著，製造薄型蓄電池。表 2 至表 5 示出負極的製造條件、用於電解液中的鋰鹽的濃度、電極尺寸以及所製造的薄型蓄電池的容量比。在此，容量比是指正極容量對負極容量的比 R。在各條件下，在採用相同條件製造多個蓄電池的情況下，以 $n=x$ （ x 是自然數）表示每個蓄電池。例如，當使用條件 A-1 製造兩個相同蓄電池時，表示為條件 A-1（ $n=1$ ）、條件 A-1（ $n=2$ ）。

[0426]

[表 2]

	負極集電器	對集電器的 CMC-Na/SBR塗佈	負極塗佈	LiTfSA濃度 [mol/L]	電極 尺寸	容量比
條件A-1	銅	沒有	一個面 (Lot1)	0.5	A	63%
條件A-2	銅	沒有	一個面 (Lot1)	1	A	67%
條件B-1	銅	只背面	一個面 (Lot1)	0.5	A	64%
條件B-2	銅	只背面	一個面 (Lot1)	1	A	68%
條件C-1	銅	背面以及突片區域	一個面 (Lot3)	0.5	A	76%
條件C-2	銅	背面以及突片區域	一個面 (Lot3)	1	A	80%
條件D-2	銅	沒有	雙面 (Lot2)	1	A	70%
條件E-2	銅	突片區域	雙面 (Lot2)	1	A	66%

[0427]

[表 3]

	負極集電器	對集電器的 CMC-Na/SBR塗佈	負極塗佈	LiTfSA濃度 [mol/L]	電極 尺寸	容量比
條件F-1	銅	沒有	一個面 (Lot3)	0.5	B	87%
條件F-2	銅	沒有	一個面 (Lot3)	1	B	88%
條件G-1	銅	背面以及突片區域	一個面 (Lot3)	0.5	B	91%
條件G-2	銅	背面以及突片區域	一個面 (Lot3)	1	B	92%
條件H-2	銅	突片區域	雙面 (Lot2)	1	B	76%

[0428]



[表 4]

	負極 集電器	對集電器的 CMC-Na/SBR塗佈	負極塗佈	LiTfSA濃度 [mol/L]	電極 尺寸	容量比
條件 I -1	銅	背面以及突片區域	一個面 (Lot3)	0.5	C	106%
條件 I -2	銅	背面以及突片區域	一個面 (Lot3)	1	C	111%
條件I-3	銅	背面以及突片區域	一個面 (Lot3)	0.5	D	99%

[0429]

[表 5]

	負極 集電器	對集電器的 CMC-Na/SBR塗佈	負極塗佈	LiTfSA濃度 [mol/L]	電極 尺寸	容量比
條件J-1	不鏽鋼	沒有	一個面 (Lot1)	0.5	A	62%
條件J-2	不鏽鋼	沒有	一個面 (Lot1)	1	A	57%
條件K-1	不鏽鋼	只背面	一個面 (Lot1)	0.5	A	60%
條件K-2	不鏽鋼	只背面	一個面 (Lot1)	1	A	61%

[0430] 使用圖 30 的流程圖說明薄型蓄電池的製造方法。首先，根據表 2 至表 5 所記載的條件將完成的正極及負極切斷以具有圖 26A、圖 26B、圖 27A 及圖 27B 所示的形狀（步驟 S31）。另外，切斷隔離體。

[0431] 接著，去除突片區域上的正極活性物質及負極活性物質，使集電器露出。

[0432] 接著，對 CMC-Na 的粉末添加水，來製備 CMC-Na 水溶液。接著，對所製備的 CMC-Na 水溶液添加 50wt%的 SBR 水分散液，進行攪拌由此製造漿料（步驟 S32）。將調合比設定為 CMC-Na:SBR=1:1（重量比）。

[0433] 接著，在表 2 至表 5 的條件 C-1 至條件 C-3、條件 G-1 至條件 G-3、條件 I-1 至條件 I-3 及條件 K-1 至條件 K-2 的負極中，在形成有負極活性物質層的面的背面，即在沒有形成負極活性物質層的面的集電器上塗佈漿料。然後，將其放在 50℃ 的加熱板上進行乾燥，由此形

成 CMC-Na 及 SBR 的混合物層（步驟 S33）。

[0434] 接著，依次層疊所切斷的正極、所切斷的隔離體及所切斷的負極，使用具有黏性的膠帶固定它們（步驟 S34）。然後，利用超音波銲錫對正極及負極的每個突片區域銲錫引線電極（步驟 S35）。作為引線電極，使用設置有密封層的電極。

[0435] 接著，使用與步驟 S32 相同的方法混合 CMC-Na 水溶液和 SBR 的水分散液，製造漿料（步驟 S36）。

[0436] 接著，在表 2 至表 4 的條件 C-1 至條件 C-3、條件 E-2 至條件 E-3、條件 G-1 至條件 G-3、條件 H-2 至條件 H-3 及條件 I-1 至條件 I-3 中，在負極的突片區域中的沒有銲錫有引線電極的部分上塗佈漿料。然後，將其放在 50℃ 的加熱板上進行乾燥，由此形成 CMC-Na 及 SBR 的混合物層（步驟 S37）。

[0437] 接著，將外包裝體對折，包裹所層疊的正極、隔離體及負極。此時，以正極活性物質層和負極活性物質層（在進行雙面塗佈時，其中的一個面）面對的方式層疊正極和負極。

[0438] 接著，利用加熱對外包裝體的三邊中的除去注入電解液的邊的邊進行接合（步驟 S38）。此時，以設置在引線電極上的密封層與外包裝體的密封部重疊的方式進行配置。

[0439] 在對外包裝體的邊 A 及邊 B 進行密封之後，對外包裝體、由外包裝體包裹的正極、隔離體及負極進行

乾燥（步驟 S39）。在減壓下以 80°C ，進行 10 小時的乾燥。

[0440] 接著，在氬氛圍下，從沒有進行密封的邊注入電解液（步驟 S40）。然後，在減壓氛圍下，利用加熱對外包裝體的該一邊進行密封（步驟 S41）。藉由上述步驟，製造薄型蓄電池。

[0441]

[蓄電池的評價 1]

首先，示出採用表 2 所記載的條件製造的蓄電池的評價結果。在表 2 中，在所有條件中，作為電池尺寸採用條件 A。按照圖 31 所示的流程圖進行蓄電池的評價。

[0442] 首先，進行第一充電（步驟 S51）。作為第一充電，以 0.01C ，以 3.2V 為上限進行恆流充電。在此，以每正極活性物質重量 170mAh/g 為基準計算出充電率及放電率。

[0443] 在此，在蓄電池的充電中，有時由於電極表面上的電解液的反應等而發生氣體。因此，為了排除所發生的氣體，在氬氛圍的手套箱中切斷並拆開外包裝體的一邊（步驟 S52）。然後，在減壓氛圍下，對端部再次進行密封（步驟 S53）。

[0444] 接著，進行第二充電（步驟 S54）。作為第二充電，以 0.05C ，以 4V 為上限進行恆流充電。

[0445] 接著，進行放電（步驟 S55）。作為放電，以 0.2C ， 2V 為下限進行恆流放電。

[0446] 接著，進行圖 31 所示的步驟 S56 的充電及放電，然後進行步驟 S57 所示的充電及放電。在步驟 S56 及步驟 S57 中，在相同條件下進行充電及放電。作為步驟 S56 及步驟 S57 的充電條件，以 0.2C，以 4V 為上限進行恆流充電。作為放電，以 0.2C，以 2V 為下限進行恆流放電。

[0447] 在此，有時將步驟 S51 至步驟 S57 稱為熟成。

[0448] 圖 33A 至圖 33F 及圖 34A 和圖 34B 示出圖 31 所示的步驟 S51 的第一充電、步驟 S54 的第二充電、步驟 S55 的放電、步驟 S56 的充電及放電、步驟 S57 的充電及放電的典型條件的曲線。縱軸表示電壓，橫軸表示正規化的容量。圖 33A、圖 33B、圖 33C、圖 33D、圖 33E 及圖 33F 分別示出採用條件 A-1、條件 A-2、條件 B-1、條件 B-2、條件 C-1 及條件 C-2 製造的蓄電池的特性。圖 34A 及圖 34B 分別示出採用條件 D-2 及條件 E-2 製造的蓄電池的特性。在此，以正極活性物質的重量使容量正規化。在此，初次充電為步驟 S51 和步驟 S54 的充電容量的總和。將從步驟 S51 和步驟 S54 的充電容量的總和減去步驟 S55 的放電容量而得到的值稱為首次不可逆容量。圖 37A 和圖 37B 示出各條件下的初次充電中的容量及初次放電（步驟 S55）中的容量。在此，例如在條件 A-1 中，示出 2 組充電及放電的資料，這意味著採用條件 A-1 製造兩個蓄電池（ $n=1$ 、 $n=2$ ）並進行測量。同樣地，採用條件 A-2 製造兩

個蓄電池，採用條件 B-1 製造三個蓄電池，並且採用條件 B-2 製造三個蓄電池。

[0449] 首先，如圖 33A、圖 33C 及圖 33E 所示，在採用 LiTFSA 的濃度為 0.5mol/L 的條件所製造的蓄電池之首次不可逆容量是高的，另一方面，如圖 33B、圖 33D 及圖 33F 所示，在採用 LiTFSA 的濃度為 1mol/L 的條件所製造的蓄電池中之首次不可逆容量是較低的，其指出蓄電池的特性改善。因此，所使用的鋰鹽濃度越高越好。例如，鋰鹽濃度較佳為 0.5mol/L 以上，更佳為 1mol/L 以上，進一步較佳為 1.5mol/L 以上。

[0450] 另外，在為負極的背面塗佈 CMC-Na 及 SBR 的混合物層，各包括負極的蓄電池的不可逆容量是降低的。在為也在突片區域上塗佈 CMC-Na 及 SBR 的混合物層，蓄電池的不可逆容量進一步降低。可以認為所形成 CMC-Na 及 SBR 的混合物層抑制了電解液和集電器的反應。

[0451] 接著，說明使用不鏽鋼箔作為集電器的條件。圖 34C、圖 34D、圖 34E 及圖 34F 示出分別採用條件 J-1、條件 J-2、條件 K-1 及條件 K-2 的蓄電池的典型充放電曲線。圖 38 示出所製造的各蓄電池的初次充電容量及初次放電容量。在作為集電器使用不鏽鋼箔的條件下，在為在負極的背面上塗佈 CMC-Na 和 SBR 的混合物層的條件時，與作為集電器使用銅箔的條件相比，不可逆容量有可能降低。由此，藉由作為集電器使用不鏽鋼箔代替銅

箔，集電器表面和電解液的反應有可能得到抑制。

[0452]

[蓄電池的拆開及觀察]

在此，在步驟 S57 的充放電結束之後拆開並觀察其不可逆容量之間有差異的兩個蓄電池，即使用條件 A-1 的蓄電池（ $n=1$ ）以及採用條件 B-1 的蓄電池（ $n=2$ ）。在氬氛圍下進行拆開。

[0453] 圖 44A 和圖 44B 示出從蓄電池取出的隔離體的照片。圖 44A 示出採用條件 A-1 的蓄電池（ $n=1$ ）的隔離體。圖 44B 示出採用條件 B-1 的蓄電池（ $n=2$ ）的隔離體。在採用條件 A-1 的蓄電池（ $n=1$ ）中，隔離體的周圍部變黑。另一方面，在採用條件 B-1 的蓄電池（ $n=2$ ）中，觀察不到隔離體的明顯的變色。

[0454] 將拆開後取出的隔離體及負極浸漬於重乙腈液。當為採用條件 A-1 的蓄電池（ $n=1$ ）時，重乙腈液變成茶色。另一方面，當為採用條件 B-1 的蓄電池（ $n=2$ ）時，觀察不到重乙腈液的明顯著色。

[0455] 接著，採用條件 A-1 製造蓄電池，在圖 31 所示的步驟 S54 中的第二充電結束之後，拆開蓄電池，並且進行負極的觀察。在氬氛圍下進行拆開。圖 45 示出觀察結果。已知在石墨中，由於在其間嵌入鋰所以發生反應的區域變成金色。如圖 45 所示，在負極的中央部的區域 291 中觀察到表示石墨和鋰的反應的明顯變色，另一方面，負極的周圍部的變色小。由此可知，與負極的中心部

相比，在負極的周圍部不容易發生鋰和石墨的反應。另外，可知顏色的變化小的區域不僅包括不與正極重疊的區域，而且還達到更內側。

[0456]

[蓄電池的評價 2]

接著，對如本發明的一個方式的蓄電池那樣的縮小不與正極重疊的區域的負極及負極活性物質層的面積（理想的是零）的情況進行研討。

[0457] 採用表 3 及表 4 所記載的條件製造蓄電池。

[0458] 在表 3 中，作為電極尺寸採用條件 B。就是說，除突片區域以外的正極的尺寸與負極的尺寸相同。

[0459] 在表 4 中，作為電極尺寸採用條件 C 及條件 D。就是說，除突片區域以外的負極的尺寸比正極的尺寸小。

[0460] 對蓄電池也同樣地按照圖 31 所示的流程圖進行評價。圖 35A 至圖 36C 示出步驟 S51 的第一充電、步驟 S54 的第二充電、步驟 S55 的放電、步驟 S56 的充電及放電、步驟 S57 的充電及放電的曲線。在此，圖 35A、圖 35B、圖 35C、圖 35D 及圖 35E 分別示出採用條件 F-1、條件 F-2、條件 G-1、條件 G-2 及條件 H-2 製造的蓄電池的特性。圖 36A、圖 36B 及圖 36C 分別示出採用條件 I-1、條件 I-2 及條件 I-3 製造的蓄電池的特性。圖 39A 和圖 39B 示出各條件下的初次充電（步驟 S51 的第一充電與步驟 S54 的第二充電的總和）及初次放電（步驟 S55）的

值。

[0461] 根據圖 35A 至圖 35E 及圖 39A 可知，與採用電極尺寸 A 的條件的蓄電池相比，採用電極尺寸 B 的條件的蓄電池的不可逆容量得到降低。由此可以認為在負極的不與正極重疊的區域中容易發生不可逆反應，被認為在電極尺寸 A 中，正極的各端部和負極的各端部之間的距離為 1mm 至 2mm 左右，負極的不與正極重疊的區域的面積大。另外，例如正極的各端部和負極的各端部之間的距離較佳為 0.5mm 以下，更佳為 0.2mm 以下，進一步較佳為 0.1mm 以下。

[0462] 根據圖 36A 至圖 36C 及圖 39B 可知，在為電極尺寸 D 的條件時，首次不可逆容量比電極尺寸 C 的條件低，所以是較佳的。

[0463]

[蓄電池的評價 3：循環特性]

在採用電極尺寸 A 的條件（條件 A-2、條件 B-2、條件 C-2、條件 D-2 及條件 E-2）、採用電極尺寸 B 的條件（條件 F-2、條件 G-2 及條件 H-2）、採用電極尺寸 C 的條件（條件 I-2）中，在各條件下製造蓄電池，並評價對於循環次數的放電容量的變化（以下，稱為充放電循環特性）。注意，在此在反復進行充電和放電時，將一次的充電和放電的組算為一個循環。循環次數是指充電和放電的組的次數。

[0464] 在此，按照圖 32 所示的流程圖進行充放電循

環的評價。以 60°C 的溫度進行評價。作為充電條件，以 4V 為上限進行恆流充電。作為放電條件，以 2V 為下限進行恆流放電。

[0465] 首先，以 0.2C 的速率進行第 1 次充放電（步驟 S61）。接著，以 0.5C 的速率進行第 2 至第 201 次充放電（步驟 S62）。接著，以 0.2C 的速率進行第 202 次充放電（步驟 S63）。

[0466] 接著，進行 0.5C 的充放電 200 次。（步驟 S64）。接著，進行 0.2C 的充放電 1 次（步驟 S65）。然後，交替進行步驟 S64 和步驟 S65。

[0467] 圖 40A 示出採用條件 A-2、條件 B-2、條件 C-2 的蓄電池的充放電循環特性，圖 40B 示出採用條件 D-2、條件 E-2 的蓄電池的充放電循環特性，圖 41A 示出採用條件 A-2、條件 F-2、條件 G-2 及條件 H-2 的蓄電池的充放電循環特性，圖 41B 示出採用條件 A-2、條件 I-2 的蓄電池的充放電循環特性。橫軸表示循環次數，縱軸表示放電容量。

[0468] 作為採用電極尺寸 A 的蓄電池的充放電循環特性，在上述任何條件下都觀察到在循環的中途容量顯著降低的拐點。當為在突片區域的表面上形成 CMC-Na 和 SBR 的混合物層的條件時，實現了直到觀察到拐點為止的循環次數的增加。

[0469] 另外，在為在集電器的雙面上設置負極活性物質層的蓄電池的條件下，直到當觀察到拐點為止時的循

環次數的增加。此結果暗示，藉由在集電器上的兩面設置活性物質層或在集電器露出的區域上設置 CMC-Na 和 SBR 的混合物層，可以抑制集電器和電解液的反應。

[0470] 採用電極尺寸 B 及電極尺寸 C 的蓄電池的充電循環性能，不具有在容量顯著降低的拐點下，因而是良好的。在觀察到拐點之前的循環中，相對於循環次數的容量降低採用電極尺寸 B 及電極尺寸 C 的蓄電池之容量降低，即曲線的傾斜度小於採用電極尺寸 A 的蓄電池之容量降低。

[0471] 以上結果建議：在負極或負極活性物質層中的不與正極或正極活性物質層重疊的區域中可能發生某些副作用。該副作用被認為是導致蓄電裝置的容量降低的主要原因之一。例如，較佳為縮小負極或負極活性物質層的不與正極重疊的區域的面積，其中可以減少蓄電裝置的容量降低。

[0472] 使用電極尺寸 D 的蓄電池的首次不可逆容量比使用電極尺寸 C 的蓄電池的首次不可逆容量低。使用電極尺寸 B 的蓄電池的首次不可逆容量更低。因此，負極或負極活性物質層的不與正極或正極活性物質層重疊的區域的面積較佳為越小越好。例如，正極的各端部和負極的各端部之間的距離較佳為 3mm 以下，更佳為 0.5mm 以下，進一步較佳為 0.1mm 以下。或者例如，正極活性物質層的各端部和負極活性物質層的各端部之間的距離較佳為 3mm 以下，更佳為 0.5mm 以下，進一步較佳為 0.1mm 以

下。

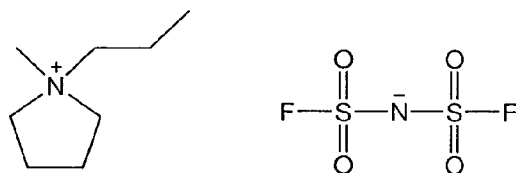
實施例 2

[0473] 在本實施例中，使用線性掃描伏安評價離子液體的氧化電位以及還原電位。作為離子液體，使用包括季銨陽離子的離子液體、包括具有五元雜芳環的陽離子的離子液體。

[0474] 作為包括季銨陽離子的離子液體，使用以結構式（G6）表示的 1-甲基-1-丙基吡咯烷鎗雙（氟磺醯）醯胺（簡稱為 P13-FSA）。作為各包括具有五元雜芳環的陽離子的離子液體，使用以下的三種離子液體：以結構式（G7）表示的 1-乙基-3-甲基咪唑鎗雙（氟磺醯）醯胺（簡稱：EMI-FSA）、以結構式（G8）表示的 1-己基-3-甲基咪唑鎗雙（氟磺醯基）氮化物（簡稱：HMI-FSA）以及以結構式（G9）表示的 1-甲基-3-（2-丙氧基乙基）咪唑鎗雙（氟磺醯基）氮化物（簡稱：poEMI-FSA）。

[0475]

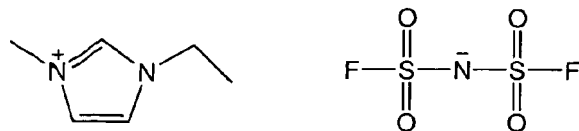
[化學式 18]



(G6)

[0476]

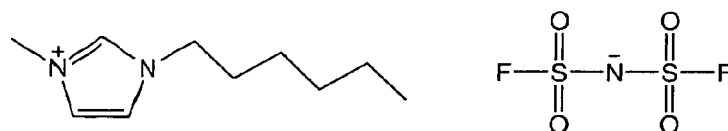
[化學式 19]



(G7)

[0477]

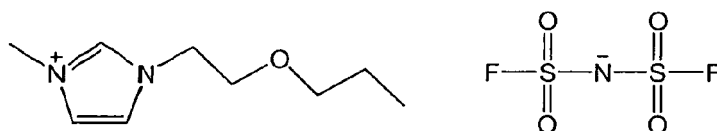
[化學式 20]



(G8)

[0478]

[化學式 21]



(G9)

[0479] 首先，準備離子液體。關於 EMI-FSA、HMI-FSA 及 P13-FSA，使用關東化學公司製造的那些材料。

[0480]

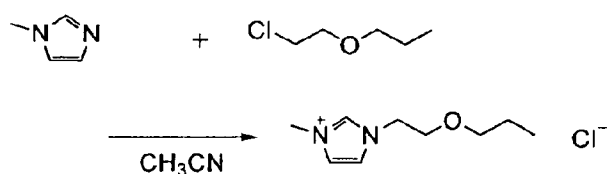
<1-甲基-3-(2-丙氧基乙基)咪唑鎢氯化物的合成>

將 8.27g (101mmol) 的 1-甲基-咪唑、13.4g (109mmol) 的 2-氯乙基丙基醚、5mL 的乙腈加入 100mL 的三頸燒瓶中。將該溶液在氮氣流下在 80℃ 下攪拌 6 小時並在 100℃ 下攪拌 8 小時。在攪拌之後，對該溶液加入乙酸乙酯並且該得到的溶液進一步攪拌，然後去除澄清的

流體，進行清洗。對所得到的液體加入 100mL 的乙腈和 5.27g 的活性炭並且將該溶液攪拌 20 小時。將該混合物透過矽藻土（日本和光純藥工業株式會社，目錄號碼：537-02305）吸引過濾，濃縮該濾液而得到溶液。對所得到的溶液加入水，並使用乙酸乙酯清洗水層。對該水層進行濃縮及乾燥，使得以產率為 82% 得到 17.0g 的目標物的黃色液體，。

[0481]

[化學式 22]



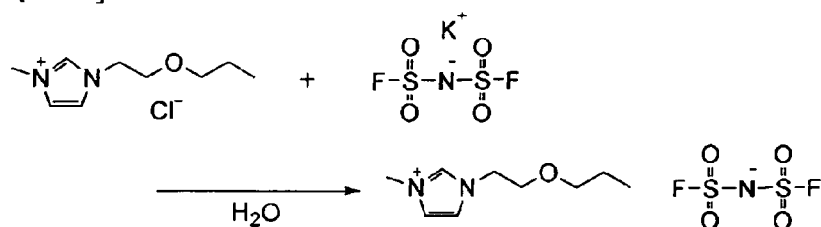
[0482]

<poEMI-FSA（簡稱）的合成>

將 17.0g（83.1mmol）的 1-甲基-3-（2-丙氧基乙基）咪唑鎧氯化物、20.1g（91.7mmol）的雙（氟磺醯基）氮化鉀以及 20mL 的水加入 100mL 的茄形燒瓶中。將該溶液在室溫下攪拌 20 小時。在攪拌之後，對所得到的混合物加入水，並使用二氯甲烷萃取混合物的水層。將所得到的萃取液與有機層用水清洗，使用硫酸鎂使有機層乾燥。對混合物進行重力過濾，濃縮濾液而得到液體。對此液體進行乾燥，使得以產率為 90% 得到 26.2g 的目標物的黃色液體。

[0483]

[化學式 23]



[0484] 根據核磁共振法（NMR），經上述步驟藉由合成所得到的化合物識別為 poEMI-FSA（簡稱），其為目標物。

[0485] 所得到的化合物的 ^1H NMR 資料為如下： ^1H NMR（1,1,2,2-四氯乙烷- d_2 ，300MHz）： $\delta=0.90$ （t、 $J=7.5\text{Hz}$ 、3H）、1.53-1.65（m、2H）、3.44（t、 $J=6.9\text{Hz}$ 、2H）、3.74-3.77（m、2H）、3.96（s、3H）、4.33-4.36（m、2H）、7.22-7.23（m、1H）、7.40-7.41（m、1H）、8.58（s、1H）。

[0486] 該結果指示，合成 poEMI-FSA（簡稱）。

[0487] 接著，進行藉由線性掃描伏安的測量。使用北斗電工株式會社製造的電化學測量系統 HZ-5000，在手套箱中且在氬氛圍下進行測量。使用玻碳電極作為工作電極，而使用鉑線作為對電極。使用在以 0.1mol/L 的濃度將三氟甲基磺酸銀溶解於 1-乙基-3-甲基咪唑雙（三氟甲基磺醯）醯胺而成的溶液中浸滲銀線作為參考電極。以鋰的氧化還原電位（ Li/Li^+ ）為基準校正各樣本的還原電位。

[0488] 在線性掃描伏安中，氧化電位為在掃描電位過程中檢測到 1mA/cm^2 的電流密度的電位。另外，還原電

位為在掃描電位過程中檢測到 $-1\text{mA}/\text{cm}^2$ 的電流密度的電位。

[0489] 圖 42A 至圖 42C 以及圖 43A 和圖 43B 示出線性掃描伏安的測量結果。

[0490] 根據圖 42A 至圖 42C 以及圖 43A 和圖 43B 可知：包括具有芳香雜環的陽離子的 EMI-FSA、HMI-FSA、poEMI-FSA 的還原電位為 0.5V 以上（vs. Li/Li^+ ）。當使用本發明的一個方式和這些各包括具有芳香雜環的陽離子的離子液體時，可推測地可以抑制離子液體的分解反應，而提高蓄電裝置的容量。類似地，當使用本發明的一個方式和具有更低還原電位的 P13-FSA 時，例如在高溫下等電解液更容易分解的環境下，可推測地可以抑制離子液體的分解反應，而提高蓄電裝置的容量。

【符號說明】

[0491]

115：密封層

118：接合部

119：導入口

131：距離

132：距離

133a：距離

133b：距離

133c：距離

134a：距離

134b：距離

141：距離

142：距離

143：距離

144：距離

145：距離

146：距離

147：距離

148：距離

149：距離

150：距離

151：距離

152：距離

261：區域

262：區域

271：層

281：突片區域

281a：突片區域

282：突片區域

282a：突片區域

283a：區域

284a：區域

285：區域

291：區域
 300：蓄電池
 301：正極罐
 302：負極罐
 303：墊片
 304：正極
 305：正極集電器
 306：正極活性物質層
 307：負極
 308：負極集電器
 309：負極活性物質層
 310：隔離體
 500：蓄電裝置
 501：正極集電器
 502：正極活性物質層
 502a：正極活性物質層
 502b：正極活性物質層
 503：正極
 503a：正極
 503c：正極
 504：負極集電器
 505：負極活性物質層
 505a：負極活性物質層
 505b：負極活性物質層

- 506：負極
- 506a：負極
- 506b：負極
- 506c：負極
- 507：隔離體
- 508：電解液
- 509：外包裝體
- 510：正極引線電極
- 511：負極引線電極
- 512：接合部
- 513：彎曲部
- 514：接合部
- 600：蓄電池
- 601：正極蓋
- 602：電池罐
- 603：正極端子
- 604：正極
- 605：隔離體
- 606：負極
- 607：負極端子
- 608：絕緣板
- 609：絕緣板
- 610：墊片
- 611：PTC 元件

612：安全閥機構

900：電路基板

910：簽條

911：端子

912：電路

913：蓄電池

914：天線

915：天線

916：層

917：層

918：天線

919：端子

920：顯示裝置

921：感測器

922：端子

951：端子

952：端子

981：薄膜

982：薄膜

990：蓄電池

991：外包裝體

994：負極

995：正極

996：隔離體

997：引線電極
 998：引線電極
 1122：充電器
 1123：負載
 1700：曲面
 1701：平面
 1702：曲線
 1703：曲率半徑
 1704：曲率中心
 1800：曲率中心
 1801：薄膜
 1802：曲率半徑
 1803：薄膜
 1804：曲率半徑
 7100：可攜式顯示裝置
 7101：外殼
 7102：顯示部
 7103：操作按鈕
 7104：蓄電裝置
 7200：可攜式資訊終端
 7201：外殼
 7202：顯示部
 7203：帶子
 7204：帶扣

7205：操作按鈕
7206：輸入輸出端子
7207：圖示
7300：顯示裝置
7304：顯示部
7400：行動電話機
7401：外殼
7402：顯示部
7403：操作按鈕
7404：外部連接埠
7405：揚聲器
7406：麥克風
7407：蓄電裝置
7408：引線電極
7409：集電器
8000：顯示裝置
8001：外殼
8002：顯示部
8003：揚聲器部
8004：蓄電裝置
8021：充電裝置
8022：電纜
8024：蓄電裝置
8100：照明設備

8101：外殼
8102：光源
8103：蓄電裝置
8104：天花板
8105：側壁
8106：地板
8107：窗戶
8200：室內機
8201：外殼
8202：出風口
8203：蓄電裝置
8204：室外機
8300：電冷藏冷凍箱
8301：外殼
8302：冷藏室門
8303：冷凍室門
8304：蓄電裝置
8400：汽車
8401：車頭燈
8500：汽車
9600：平板終端
9625：開關
9626：開關
9627：電源開關

9628：操作開關
9629：夾子
9630：外殼
9630a：外殼
9630b：外殼
9631：顯示部
9631a：顯示部
9631b：顯示部
9632a：區域
9632b：區域
9633：太陽能電池
9634：充放電控制電路
9635：蓄電體
9636：DCDC 轉換器
9637：轉換器
9638：操作鍵
9639：按鈕
9640：可動部

I668897

發明摘要

※申請案號：104108967

※申請日：104 年 03 月 20 日

※IPC 分類：H01M 10/052 (2010.01)

【發明名稱】(中文/英文)

蓄電裝置和電子裝置

Power storage device and electronic device

【中文】

提供一種具有高容量的蓄電裝置，一種具有高能量密度的蓄電裝置，一種可靠性高的蓄電裝置，以及一種長壽命的蓄電裝置。該蓄電裝置包括隔離體、正極、負極和電解液。電解液包含鹼金屬鹽和離子液體。隔離體位於正極和負極之間。正極的至少一部分與負極重疊。負極的端部的至少一部分位於正極的端部之間的區域的內側。

【英文】

A power storage device with high capacity, a power storage device with high energy density, a highly reliable power storage device, and a long-life power storage device are provided. The power storage device includes a positive electrode, a separator, a negative electrode, and an electrolytic solution. The electrolytic solution contains an alkali metal salt and an ionic liquid. The separator is located between the positive electrode and the negative electrode. At least part of the positive electrode overlaps with the negative electrode. At least part of an end portion of the negative electrode is located inside a region between end portions of the positive electrode.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(2)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

501：正極集電器

502a：正極活性物質層

502b：正極活性物質層

503a：正極

503c：正極

504：負極集電器

505a：負極活性物質層

505b：負極活性物質層

506a：負極

506b：負極

506c：負極

507：隔離體

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

裝置的生產率。另外，根據本發明的一個方式可以提供一種新穎的蓄電裝置或新穎的電極等。

[0028] 注意，這些效果的記載不妨礙其他效果的存在。此外，本發明的一個方式並不需要具有所有上述效果。另外，從說明書、圖式、申請專利範圍等的記載可明顯看出這些效果外的效果，從而可以從說明書、圖式、申請專利範圍等的記載中抽出除這些效果外的效果。

【圖式簡單說明】

[0029] 在圖式中：

圖 1 是蓄電裝置的剖面圖；

圖 2 是蓄電裝置的一部分的剖面圖；

圖 3 是說明層疊的電極及隔離體的圖；

圖 4A 至圖 4C 是電極及隔離體的俯視圖；

圖 5 是蓄電裝置的一部分的剖面圖；

圖 6 是電極及隔離體的俯視圖；

圖 7 是蓄電裝置的一部分的剖面圖；

圖 8A 和圖 8B 是電極及隔離體的俯視圖；

圖 9 是蓄電裝置的一部分的剖面圖；

圖 10 是蓄電裝置的一部分的剖面圖；

圖 11 是蓄電裝置的一部分的剖面圖；

圖 12A 至圖 12C 是電極及隔離體的俯視圖；

圖 13A 和圖 13B 是電極的剖面圖；

圖 14A 至圖 14D 是電極及隔離體的俯視圖；

圖 15A 和圖 15B 是電極及隔離體的俯視圖；

圖 16 是電極及隔離體的俯視圖；

圖 17A 至圖 17C 是薄型蓄電池及電極的外觀圖；

圖 18A 和圖 18B 是薄型蓄電池的剖面圖；

圖 19A 至圖 19B 是示出薄型蓄電池的製造方法的圖；

圖 20A 至圖 20C 是示出薄型蓄電池的製造方法的圖；

圖 21 是示出薄型蓄電池的製造方法的圖；

圖 22 是薄型蓄電池的外觀圖；

圖 23A 至圖 23C 是說明面的曲率半徑的圖；

圖 24A 至圖 24D 是說明薄膜的曲率半徑的圖；

圖 25A 和圖 25B 是說明電極的製造方法的圖；

圖 26A 至圖 26C 是電極的俯視圖；

圖 27A 至圖 27D 是電極的俯視圖；

圖 28A 和圖 28B 是說明電極的製造方法的圖；

圖 29 是說明電極的製造方法的圖；

圖 30 是說明蓄電池的製造方法的圖；

圖 31 是說明蓄電池的評價方法的圖；

圖 32 是說明蓄電池的評價方法的圖；

圖 33A 至圖 33F 是示出蓄電池的特性的圖；

圖 34A 至圖 34F 是示出蓄電池的特性的圖；

圖 35A 至圖 35E 是示出蓄電池的特性的圖；

圖 36A 至圖 36C 是示出蓄電池的特性的圖；

申請專利範圍

1.一種蓄電裝置，包括：

包括第一集電器和該第一集電器上的第一活性物質層的正極；

隔離體；

包括第二集電器和該第二集電器上的第二活性物質層的負極，該負極隔著該隔離體而面對該正極；以及

包含鹼金屬鹽和離子液體並與該正極及該負極接觸的電解液，

其中，該負極包括第一區域和第二區域，在該第一區域中設置與該第二集電器的至少一個面接觸的活性物質層，在該第二區域中設置與該第二集電器的至少一個面接觸且包括橡膠材料和水溶性高分子的層，並且

其中，該包括橡膠材料和水溶性高分子的層比該活性物質層薄，並具有比該活性物質層高的電阻。

2.根據申請專利範圍第 1 項之蓄電裝置，其中該正極的面積是該負極的面積的 98%以上。

3.根據申請專利範圍第 1 項之蓄電裝置，其中該正極的面積的 90%以上與該負極重疊。

4.根據申請專利範圍第 1 項之蓄電裝置，其中該離子液體包括具有雜芳環的陽離子。

5.根據申請專利範圍第 1 項之蓄電裝置，其中該離子液體包括咪唑鎧陽離子。

6.一種蓄電裝置，包括：

包括第一集電器和該第一集電器上的第一活性物質層的正極；

隔離體；

包括第二集電器和該第二集電器上的第二活性物質層的負極，該負極隔著該隔離體而面對該正極；以及

包含鹼金屬鹽和離子液體並與該正極及該負極接觸的電解液，

其中，該負極包括第一區域和第二區域，在該第一區域中設置與該第二集電器的至少一個面接觸的活性物質層，在該第二區域中設置與該第二集電器的至少一個面接觸且包括橡膠材料和水溶性高分子的層，

其中，該包括橡膠材料和水溶性高分子的層比該活性物質層薄，並具有比該活性物質層高的電阻，

其中，該正極的至少一部分與該負極重疊，並且

其中，該負極的寬度比該正極小。

7.根據申請專利範圍第 6 項之蓄電裝置，包括該負極的端部和該正極的端部之間的距離為 0.5mm 以下的部分。

8.根據申請專利範圍第 6 項之蓄電裝置，其中該離子液體包括具有雜芳環的陽離子。

9.根據申請專利範圍第 6 項之蓄電裝置，其中該離子液體包括咪唑鎧陽離子。

10.一種蓄電裝置，包括：

包括第一集電器和該第一集電器上的第一活性物質層

的正極；

隔離體；

包括第二集電器和該第二集電器上的第二活性物質層的負極，該第二活性物質層隔著該隔離體而面對該第一活性物質層；以及

包含鹼金屬鹽和離子液體並與該正極及該負極接觸的電解液，

其中，該負極包括第一區域和第二區域，在該第一區域中設置與該第二集電器的至少一個面接觸的活性物質層，在該第二區域中設置與該第二集電器的至少一個面接觸且包括橡膠材料和水溶性高分子的層，

其中，該包括橡膠材料和水溶性高分子的層比該活性物質層薄，並具有比該活性物質層高的電阻，

其中，該第一活性物質層的至少一部分與該第二活性物質層重疊，並且

其中，該第二活性物質層的端部的至少一部分位於該第一活性物質層的相對端部之間的區域的內側。

11.根據申請專利範圍第 10 項之蓄電裝置，該第二活性物質層的寬度比該第一活性物質層小。

12.根據申請專利範圍第 10 項之蓄電裝置，其中該離子液體包括具有雜芳環的陽離子。

13.根據申請專利範圍第 10 項之蓄電裝置，其中該離子液體包括咪唑鎧陽離子。

14.一種包括申請專利範圍第 10 項之蓄電裝置的電子

I668897

第 104108967 號

107年12月13日 所提修正

民國 107 年 12 月 13 日修正

裝置。