



(21)申請案號：109104032

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 02 月 10 日

(51)Int. Cl. : **H01M10/54 (2006.01)**

(30)優先權：2019/02/08 法國 FR1901268

2019/04/15 法國 FR1904014

(71)申請人：法商藍海對策公司(法國) BLUE SOLUTIONS (FR)

法國

(72)發明人：德向普 馬可 DESCHAMPS, MARC (FR)；保登茲 文森 BODENEZ, VINCENT

(FR)

(74)代理人：王彥評；賴碧宏

(56)參考文獻：

KR 10-1883100B1

審查人員：陳子明

申請專利範圍項數：11 項 圖式數：8 共 36 頁

(54)名稱

用於自包含固態金屬鋰的電池組提取鋰的方法

(57)摘要

本發明涉及一種用於自包含固態金屬鋰的電池組(諸如鋰-金屬-聚合物電池組)的至少一個單電池的總成提取鋰的方法(300)，該方法(300)包含有包含下述步驟的提取階段(306)：

- 將該總成定位(308)於一配向(orientation)上，其中從一個以上的負極所延伸的該總成的第一邊緣，係設置於與該第一邊緣相對且從一個以上的正極所延伸的該總成的第二邊緣的下面；及
- 將該總成加熱(310)至大於或等於該固態金屬鋰的熔融溫度的處理溫度。

本發明亦涉及實施這種方法的設備。

The invention relates to a method (300) for the extraction of lithium from an assembly of at least one cell of an electric battery comprising solid metallic lithium, such as a Lithium-Metal-Polymer battery, said method (300) comprising an extraction phase (306) comprising the following steps:

- positioning (308) said assembly in an orientation in which a first edge of said assembly from which extend (s) one or more negative electrode or electrodes is located below a second edge of said assembly, opposite said first edge, and from which extend(s) one or more positive electrode or electrodes; and
- heating (310) said assembly to a treatment temperature greater than or equal to the melting temperature of said solid metallic lithium.

It also relates to an installation implementing such a method.

指定代表圖：

符號簡單說明：

300:方法

302:步驟

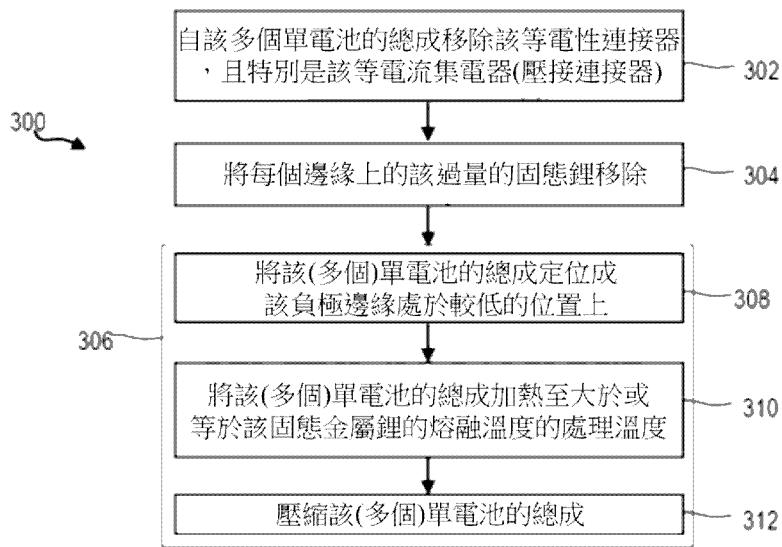
304:步驟

306:提取階段

308:定位步驟

310:加熱步驟

312:步驟



【圖 3】



I878265

【發明摘要】

【中文發明名稱】

用於自包含固態金屬鋰的電池組提取鋰的方法

【英文發明名稱】

METHOD FOR THE EXTRACTION OF LITHIUM FROM AN
ELECTRIC BATTERY COMPRISING SOLID METALLIC LITHIUM

【中文】

本發明涉及一種用於自包含固態金屬鋰的電池組(諸如鋰-金屬-聚合物電池組)的至少一個單電池的總成提取鋰的方法(300)，該方法(300)包含有包含下述步驟的提取階段(306)：

-將該總成定位(308)於一配向(orientation)上，其中從一個以上的負極所延伸的該總成的第一邊緣，係設置於與該第一邊緣相對且從一個以上的正極所延伸的該總成的第二邊緣的下面；及

-將該總成加熱(310)至大於或等於該固態金屬鋰的熔融溫度的處理溫度。

本發明亦涉及實施這種方法的設備。

【英文】

The invention relates to a method (300) for the extraction of lithium from an assembly of at least one cell of an electric battery comprising solid metallic lithium, such as a Lithium-Metal-Polymer battery, said method (300) comprising an extraction phase (306) comprising the following steps:

-positioning (308) said assembly in an orientation in which a first edge of said assembly from which extend(s) one or more negative electrode or electrodes is located below a second edge of said assembly, opposite said first edge, and from which extend(s) one or more positive electrode or electrodes; and

-heating (310) said assembly to a treatment temperature greater than or equal to the melting temperature of said solid metallic lithium.

It also relates to an installation implementing such a method.

【指定代表圖】

圖 3

【代表圖之符號簡單說明】

300: 方法

302: 步驟

304: 步驟

306: 提取階段

308: 定位步驟

310: 加熱步驟

312: 步驟

【特徵化學式】

無。

【發明說明書】

【中文發明名稱】

用於自包含固態金屬鋰的電池組提取鋰的方法

【英文發明名稱】

METHOD FOR THE EXTRACTION OF LITHIUM FROM AN ELECTRIC BATTERY COMPRISING SOLID METALLIC LITHIUM

【技術領域】

【0001】本發明涉及用於自包含固態金屬鋰的電池組提取鋰的方法。

【0002】本發明的領域係基於固態金屬鋰的電池組的領域，且特別是鋰-金屬-聚合物電池組，且更特別是這些電池組的回收再利用的領域。

【先前技術】

【0003】已知有基於固態金屬鋰的電池組，諸如例如鋰-金屬-聚合物(LMP[®])電池組。有越來越多的這些電池組被用於例如電動車輛或充電站。因此，這些年來 LMP[®]電池組的數量持續增加。

【0004】該等 LMP[®]電池組的壽命並非無限的，因而顯然需要將這些電池組回收再利用。現在，即使 LMP[®]電池組的壽命結束，其仍包含能夠再用於其他電池組或其他領域中的固態金屬鋰，且其價值並非無足輕重。

然而，目前仍沒有令人滿意的自電池組取回該固態金屬鋰的技術。

【發明內容】

【0005】本發明的目的在於克服此缺點。

本發明的另一目的在於提出一種用於自至少一個電能儲存單電池的總成取回該固態金屬鋰的方法。

本發明的另一目的在於提出一種用於以簡單的方式自至少一個電能儲存單電池的總成取回該固態金屬鋰的方法。

本發明的另一目的在於提出一種用於以有效率的方式，同時在回收再利用的期間內限制並管理潛在的短路的影響，自至少一個電能儲存單電池的總成取回該固態金屬鋰的方法。

[本發明所提出的第一解決方案]

【0006】 根據第一解決方案，本發明可以藉由一種用於自包含固態金屬鋰的電池組(諸如鋰-金屬-聚合物電池組)的至少一個單電池的總成提取鋰的方法，來達成這些目的中的至少一個，該方法包含有包含下述步驟的提取階段：

-將該總成定位於一配向(orientation)上，其中從一個以上的負極或所延伸的該總成的第一邊緣，係設置於與該第一邊緣相對且從一個以上的正極所延伸的該總成的第二邊緣的下面。

-將該總成加熱至大於或等於該固態金屬鋰的熔融溫度的稱為處理溫度的溫度。

【0007】 根據本發明的方法提出：藉由個別或一起處理構成該電池組的該等單電池來自包含固態鋰的電池組取回該鋰。

【0008】 此外，根據本發明的方法提出：藉由將(多個)單電池的總成加熱至大於該固態金屬鋰的熔融溫度的處理溫度，來自單電池中的鋰為液體狀態的至少一個單電池的總成取回該金屬鋰，較佳為固態的金屬鋰。一旦熔融，該金屬鋰便在重力的效應下全部或部分地自每個單電池自然地排出。

由此，根據本發明的方法允許簡單且並非很複雜地取回該固態金屬鋰。

【0009】另外，根據本發明的方法提出：按每個單電池的特定的配向，後者具有最小的傾斜，從而為該負極所延伸的該第一邊緣係設置於與該第一邊緣相對且為該正極所延伸的該第二邊緣的水平(level)的下面。這種每個單電池的配向，一方面可以有助於藉由重力來讓該熔融的鋰流出該單電池，而另一方面可以避免該熔融的鋰與該正極或該正極的電流集電器之間的接觸，而這樣的接觸可能造成電性短路或電弧，而這樣的短路可能造成火災。

【0010】在本申請案中，「電能儲存單電池」係指至少包含以下元件的總成：

- 負極，由固態金屬鋰層所形成或包含固態金屬鋰層；
- 正極；
- 固態電解質，特別是包含鋰鹽，配置在該正極與該負極之間；及
- 電流集電器，在該正極側上。

【0011】在本申請案中，該「固態金屬鋰」能夠包含：

- 純金屬鋰；或
- 至少一個金屬鋰合金的組合；或
- 純金屬鋰和至少一個金屬鋰合金的組合。

當該「固態金屬鋰」包含具有不同的熔融溫度的諸如上述的不同形式的鋰的組合時，則該加熱步驟實行了將該(多個)單電池的總成加熱至大於或等於如下溫度的處理溫度：

- 該等不同的熔融溫度中的最低者；及

-較佳為，該等不同的熔融溫度中的最高者。

【0012】根據非限制性實施例範例，該處理溫度係大於或等於 180.5°C。

【0013】根據實施例範例，該處理溫度係小於或等於最高溫度，例如 300°C。

【0014】該總成能夠包含單一或唯一的單電池。

該總成能夠包含組裝或特別是堆疊在總成方向上的數個單電池。該總成方向能夠是垂直於由每個單電池所形成的平面。

特別是，該總成能夠對應於其中該等單電池係串聯連接的電池組。

【0015】根據較佳的實施例，該定位步驟能夠實行該(多個)單電池的總成的垂直定位，其中該第一邊緣係設置成朝下。

由此，該熔融的鋰從每個單電池流出的重力流獲得改善。

【0016】此外，減少或消除了該熔融的鋰與正極之間的接觸的風險。

【0017】較佳為加熱該(多個)單電池的總成的步驟能夠在惰性氣體下實行。

由此，根據本發明的方法減少了發生意外的風險，特別是發生火災的風險。

【0018】此外，根據本發明的方法可以避免在提取該鋰的期間內，形成可能由非預期或失控的物化反應所產生的污染化合物。

【0019】根據非限制性範例，該惰性氣體能夠是或者包含下述氣體中的任一者：氦(He)、氖(Ne)、氬(Ar)、氪(Kr)、氙(Xe)和氡(Rn)。

【0020】根據另一實施例，加熱該(多個)單電池的總成的步驟能夠在真空下實行。

【0021】根據特別有利的特徵，根據本發明的方法也能夠包含：在該提取階段之前，將該(多個)單電池的總成充電的步驟，該提取階段係施加於該經充電的總成。

將該單電池或該等單電池充電、和對該等經充電的單電池實行該提取階段可以增加該鋰提取產率。事實上，將單電池充電可以使該等鋰離子移向該負極，此舉使得鋰的可取回量增加。

每個單電池可以單獨地充電，或者是藉由(多個)單電池的總成的充電來充電。

【0022】根據特別有利的實施例，該提取階段也能夠包含壓縮該(多個)單電池的總成的步驟。

由此，該熔融的鋰被迫從每個單電池排出，此舉增加了取回的鋰量。

能夠在整個該提取階段連續地實行該壓縮步驟。在此情況下，每個單電池係在該提取階段的整個期間內一直部分或全部地受到壓縮。

【0023】可替代地，能夠在該提取階段期間內個別地實行該壓縮步驟一次或數次。在此情況下，該提取階段包括當該(多個)單電池的總成沒有受到壓縮時的時刻(moments)。

【0024】有利的是，該壓縮步驟能夠藉由從該第二邊緣起，掃過該總成的表面而到該第一邊緣來將壓縮施加於該(多個)單電池的總成的表面。由此，將該熔融的鋰逐步地輸送/引導至從一個以上的負極所延伸的該第一邊緣，此舉增加了取回的鋰量且減少了該鋰與正極之間的接觸的風險。

【0025】例如，該壓縮步驟能夠藉由使該(多個)單電池的總成通過兩個輥之間來實行。

【0026】根據另一範例，該壓縮步驟能夠藉由將該(多個)單電池的總成壓抵在承載表面(bearing surface)的壓縮輥來實行。

【0027】該壓縮能夠藉由連續的通過作業(pass)來施加，每次的通過作業係從該第二邊緣開始，掃過該(多個)單電池的總成的表面而到該第一邊緣。

【0028】該等壓縮輥之間間隙、各該壓縮輥與該承載表面之間間隙能夠與該(多個)單電池的總成的厚度減該固態金屬鋰層或多個層的厚度相對應。這樣可以在施加壓縮的同時，使得固態鋰仍留在該(等)單電池總成內。

【0029】該等兩個壓縮輥之間間隙或各該壓縮輥與該承載表面之間間隙能夠隨著連續的通過作業而減少，以便仍然對該(多個)單電池的總成施加壓縮。

【0030】在該等壓縮輥之間的通過速度、各該壓縮輥的速度、和更通常的是該掃過速度能夠包含在每秒數 mm 與數十 mm 之間。

【0031】另外，根據本發明的方法能夠包含：在該提取階段之前，從至少一個單電池移除至少一個電性連接器(也就是「壓接連接器(crimp connector)」)的步驟。

此步驟可以有助於處理該(多個)單電池的總成。

【0032】另外，根據本發明的方法能夠包含：在該提取階段之前，將在該(多個)單電池的總成的至少一個邊緣，特別是每個邊緣的水平處的過量的材料移除的步驟。

【0033】根據相同發明的另一態樣，提出一種用於自包含固態金屬鋰的電池組(諸如鋰-金屬-聚合物電池組)的至少一個單電池的總成提取鋰的設備，該設備包含：

-用於將該總成定位於一配向上的手段(means)，其中從一個以上的(多個)負極所延伸的該總成的第一邊緣，係設置於與該第一邊緣相對且從一個以上的正極或多個電極所延伸的該總成的第二邊緣的下面；及

-加熱手段，其構成為將該總成加熱至大於或等於該固態金屬鋰的熔融溫度的處理溫度。

【0034】一般而言，該設備包含構造成實施至少一個上述該等特徵的任何組合的手段，為了簡潔起見，本文並未詳細記載。

【0035】特別是，該加熱手段能夠包含烘箱。

有利的是，該烘箱能夠填充有惰性氣體，或者能被置於真空下。

【0036】根據本發明的設備也能夠包含用於壓縮該(多個)單電池的總成的手段。

該壓縮手段能夠包含至少一個輓。

特別是，該壓縮手段能夠包含將該(多個)單電池的總成壓抵在承載表面的單一輓。能夠加熱該承載表面以加速該(多個)單電池的總成的溫度上升。

可替代地，該壓縮手段能夠包含兩個輓，該(多個)單電池的總成係通過它們之間。

【0037】一般而言，能夠將該壓縮手段構造成在整個該提取階段施加連續的壓縮。

可替代地，能夠將該壓縮手段構造成為在該提取階段期間內，隨著時間間斷地施加壓縮一次或數次。在此情況下，該提取階段包括當該(多個)單電池的總成沒有受到壓縮時的時刻。

【0038】有利的是，能夠將該壓縮步驟構造成以固定值或變動值從該第二邊緣到該第一邊緣逐步地施加壓縮，或者藉由從該第二邊緣起，掃過該(多個)單電池的總成的表面而到該第一邊緣來施加壓縮。由此，將該熔融的鋰逐步地輸送/引導至位於較低位置的該第一邊緣，此舉增加了取回的鋰量且減少了該鋰與該正極之間的接觸的風險。

【0039】在使用一個或兩個壓縮輥的情況下，則該壓縮能夠藉由連續的通過作業來施加於該多個單電池的總成。每次的通過作業係藉由從該第二邊緣起，掃過該(多個)單電池的總成的表面而到該第一邊緣來施加壓縮。在每次的通過作業的終點，能夠藉由將該等輥收回(withdraw)或者藉由將該輥從該承載表面收回而回到該第二邊緣以便重新開始另一次通過作業，來停止該壓縮。

【0040】該等輥之間的距離、各該壓縮輥與該承載表面之間的距離能夠隨著連續的通過作業(特別是在兩次連續的通過作業之間)而減少。

【0041】能夠實施根據本發明的方法來處理數個(多個)單電池的總成，特別是形成電池包(battery pack)且在該電池包內並聯連接在一起的數個多個單電池的總成。

能夠將至少兩個(多個)單電池的總成不重疊地並排，例如並排在與該第一邊緣平行的方向上。

在此情況下，能夠藉由一個且相同的壓縮手段(即，一組輓)或與承載表面協作的一個輓來將該壓縮施加於至少兩個(多個)單電池的總成。

[本發明所提出的第二解決方案]

【0042】根據第二解決方案，本發明可以藉由一種用於自包含固態金屬鋰的電池組(諸如鋰-金屬-聚合物電池組)的至少一個單電池的總成提取鋰的方法，來達成這些目的中的至少一個，該方法包含有包含下述步驟的提取階段：

-將該總成定位於一配向上，其中從一個以上的負極所延伸的該總成的第一邊緣，係設置於與該第一邊緣相對且從一個以上的正極所延伸的該總成的第二邊緣的上面。

-將該(多個)單電池的總成浸入比該液態鋰的密度還大的液體中並加以電性絕緣的步驟；及

-將該總成加熱至大於或等於該固態金屬鋰的熔融溫度的稱為處理溫度的溫度。

【0043】根據本發明的方法提出：藉由個別或一起處理構成該電池組的該等單電池，來自包含鋰的電池組取回該鋰。

【0044】此外，根據本發明的方法提出：藉由將該(多個)單電池的總成加熱至大於該固態金屬鋰的熔融溫度的處理溫度，來自單電池中的鋰係成為液體狀態的至少一個單電池的總成提取該金屬鋰。一旦熔融，該金屬鋰便在密度差的效應下自每個單電池自然地排出。由此，根據本發明的方法允許簡單且並非很複雜地取回該固態金屬鋰。

【0045】另外，根據本發明的方法提出：按每個單電池的特定的配向，後者具有最小的傾斜，從而為該負極所延伸的該

第一邊緣係設置於與該第一邊緣相對且為該正極所延伸的該第二邊緣的水平的上部。這種每個單電池的配向，一方面可以有助於藉由密度差來讓該熔融的鋰流出該單電池，且另一方面可以避免該熔融的鋰與該正極或該正極的電流集電器之間的接觸，而這樣的接觸可能造成電性短路，而這樣的短路可能造成火災。此外，將該(多個)單電池的總成浸入液體中可以改善從該單電池的散熱，特別是在短路期間內，由此明顯地限制了其影響。

【0046】在本申請案中，「電能儲存單電池」係指至少包含以下元件的總成：

- 負極，由固態金屬鋰層所形成或包含固態金屬鋰層；
- 正極；
- 固態電解質，特別是包含鋰鹽，配置在該正極與該負極之間；及
- 電流集電器，在該正極側上。

【0047】在本申請案中，「密度」係指所考慮的液體的質量密度與水的質量密度之間的比例。

【0048】在本申請案中，「固態金屬鋰」能夠包含：

- 純金屬鋰；或
- 至少一個金屬鋰合金的組合；或
- 純金屬鋰和至少一個金屬鋰合金的組合。

當該「固態金屬鋰」包含具有不同的熔融溫度的諸如上述的不同形式的鋰的組合時，則該加熱步驟實行了將該(多個)單電池的總成加熱至大於或等於如下溫度的處理溫度：

-該等不同的熔融溫度中的最低者；或較佳為，該等不同的熔融溫度中的最高者，或

-該等不同的溫度的組合，例如，或從該第一邊緣延伸至該第二邊緣的整個溫度梯度。

【0049】根據非限制性實施例範例，在使用純金屬鋰的情況下，該處理溫度係大於或等於 180.5°C。

【0050】根據實施例範例，該處理溫度係小於或等於最高溫度，例如 300°C。

【0051】該總成能夠包含單一或唯一的單電池。

該總成能夠包含組裝或特別是堆疊在總成方向上的數個單電池。該總成方向能夠垂直於由每個單電池所形成的平面。

特別是，該總成能夠對應於裡面有該等單電池串聯連接的電池組。

【0052】根據較佳的實施例，該定位步驟能夠實行該(多個)單電池的總成的垂直定位，其中該第一邊緣係設置成朝上。

由此，該熔融的鋰因密度差而從每個單電池流出的流動獲得改善。

【0053】此外，減少或消除了該熔融的鋰與正極之間的接觸的風險。

【0054】較佳為該浸入步驟係藉由將該(多個)單電池的總成完全浸入該液體中來實行。

由此，根據本發明的方法減少了發生意外的風險，特別是發生火災的風險。此外，根據本發明的方法可以避免在提取該鋰的期間內，形成可能由非預期或失控的物化反應所產生的污染化合物，特別是藉由控制該處理溫度和該液體的密度以能夠只提取該鋰或該鋰合金。

【0055】根據特別有利的特徵，根據本發明的方法也能夠包含：在該提取階段之前，將該(多個)單電池的總成充電的步驟，該提取階段係施加於該經充電的總成。

將該單電池或該等單電池充電、和對該等經充電的單電池實行該提取階段可以增加該鋰提取產率。事實上，將單電池充電可以使該等鋰離子移向該負極，此舉使得鋰的可取回量增加。

每個單電池能夠單獨地予以充電，或者是藉由將該(多個)單電池的總成充電來充電。

【0056】根據特別有利的實施例，該提取階段也能夠包含壓縮該(多個)單電池的總成的步驟。

由此，強迫該熔融的鋰從每個單電池排出，此舉增加了取回的鋰量和該過程的動力。

能夠在整個該提取階段連續地實行該壓縮步驟。在此情況下，每個單電池係在該提取階段的整個期間內一直部分或全部地受到壓縮。

【0057】可替代地，能夠在該提取階段期間內個別地實行該壓縮步驟一次或數次。在此情況下，該提取階段包括該(多個)單電池的總成沒有受到壓縮的時刻。

【0058】有利的是，該壓縮步驟能夠藉由從該第二邊緣起，掃過該總成的表面而到該第一邊緣來將壓縮施加於該(多個)單電池的總成的表面。由此，將該熔融的鋰逐步地輸送/引導至從一個以上的負極所延伸的該第一邊緣，此舉增加了取回的鋰量且減少了該鋰或鋰合金與正極之間的接觸的風險。

【0059】例如，該壓縮步驟能夠藉由使該(多個)單電池的總成通過兩個輥之間來實行。

【0060】根據另一範例，該壓縮步驟能夠藉由將該(多個)單電池的總成壓抵在承載表面的壓縮輥來實行。

【0061】該壓縮步驟能夠藉由連續的通過作業來施加，每次的通過作業係從該第二邊緣開始，掃過該(多個)單電池的總成的表面而到該第一邊緣。

【0062】該等壓縮輥之間間隙、各該壓縮輥與該承載表面之間間隙能夠與該(多個)單電池的總成的厚度減該固態金屬鋰層或多個層的厚度相對應。這樣可以在施加壓縮的同時，使得固態鋰仍留在該(多個)單電池的總成內。

【0063】該等兩個壓縮輥之間間隙、各該壓縮輥與該承載表面(也稱為平台(platen))之間間隙能夠隨著連續的通過作業而減少，以便持續對該(多個)單電池的總成施加壓縮。

【0064】在該等壓縮輥之間的通過速度或各該與平台協作的壓縮輥的速度、和更通常的是該掃過速度能夠包含在每秒數 mm 與數十 mm 之間。

【0065】另外，根據本發明的方法能夠包含：在該提取階段之前，從該單電池移除至少一個電性連接器(也就是“壓接連接器”)的步驟。

此步驟可以有助於處理該(多個)單電池的總成。

【0066】另外，根據本發明的方法能夠包含：在該提取階段之前，將在該(多個)單電池的總成的至少一個邊緣，特別是每個邊緣的水平處的過量的材料移除的步驟。

【0067】根據相同發明的另一態樣，提出一種用於自至少一個包含固態金屬鋰的電池組單電池(諸如鋰-金屬-聚合物電池組)的總成提取鋰的設備，該設備包含：

-用於將該總成定位於一配向上的手段，其中從一個以上的負極或多個電極所延伸的該總成的第一邊緣，係設置於與該第一邊緣相對且從一個以上的正極或多個電極所延伸的該總成的第二邊緣的上面；

-填充有比該液態鋰的密度還高的液體且電性絕緣的烘箱；
及

-加熱手段，其構成為將該總成加熱至大於或等於該固態金屬鋰的熔融溫度的處理溫度。

【0068】一般而言，該設備包含構成為實施至少一個上述該等特徵的任何組合的手段，為了簡潔起見，此處並未詳細記載。

【0069】該液體能夠是包含下述物化性質的天然油或合成油：

- 相對於該鋰為疏水性和非反應性，
- 電性絕緣，
- 具有大於該鋰的密度的密度，
- 具有在該鋰的熔融溫度(即 180.5°C)以上的熱穩定性，
- 閃燃點以及自燃點盡可能高。

【0070】根據本發明的設備也能夠包含用於壓縮該(多個)單電池的總成的手段。

該壓縮手段能夠包含至少一個輓。

特別是，該壓縮手段能夠包含將該(多個)單電池的總成壓抵在承載表面的單一輥。能夠加熱該承載表面以加速該(多個)單電池的總成的溫度上升。

可替代地，該壓縮手段能夠包含兩個輥，該(多個)單電池的總成係通過它們之間。

【0071】一般而言，能夠將該壓縮手段構成為在整個該提取階段施加連續的壓縮。

可替代地，能夠將該壓縮手段構成為在該提取階段期間內，隨著時間間斷地施加壓縮一次或數次。在此情況下，該提取階段包括當該(多個)單電池的總成沒有受到壓縮時的時刻。

【0072】有利的是，能夠將該壓縮手段構成為以固定值或變動值從該第二邊緣到該第一邊緣逐步地施加壓縮，或者藉由從該第二邊緣起，掃過該(多個)單電池的總成的表面而到該第一邊緣來施加壓縮。由此，將該熔融的鋰逐步地輸送/引導至位於較低位置的該第一邊緣，此舉增加了取回的鋰量且減少了該鋰與正極之間的接觸的風險。

【0073】在使用一個或兩個壓縮輥的情況下，則該壓縮能夠藉由連續的通過作業來施加於該多個單電池的總成。每次的通過作業係藉由從該第二邊緣起，掃過該(多個)單電池的總成的表面而到該第一邊緣來施加壓縮。在每次的通過作業的終點，能夠藉由將該等輥收回或者藉由將該輥從該承載表面收回來停止壓縮，以回到該第二邊緣以便重新開始另一次通過作業。

【0074】該等輥之間的距離、各該壓縮輥與該承載表面之間的距離能夠隨著連續的通過作業(特別是在兩次連續的通過作業之間)而減少。

【0075】能夠實施根據本發明的方法來處理數個(多個)單電池的總成，特別是形成電池包且在該電池包內並聯連接在一起的數個多個單電池的總成。

能夠將至少兩個(多個)單電池的總成不重疊地並排，例如並排在與該第一邊緣平行的方向上。

在此情況下，能夠藉由一個且相同的壓縮手段(即，一組輓)或與承載表面協作的一個輓來將該壓縮施加於至少兩個(多個)單電池的總成。

【圖式簡單說明】

【0076】藉由檢視非限制性用途的實施例的詳細記載、和以下的隨附圖式，便能夠明瞭其他的優點和特徵：

-圖 1 係在本發明的宗旨下的單電池的非限制性實施例範例的示意圖；

-圖 2 係在本發明的宗旨下的多個單電池的總成的非限制性實施例範例的示意圖；

-圖 3 係符合所提出的該第一解決方案的根據本發明的方法的第一非限制性實施例範例的示意圖；

-圖 4 係符合所提出的該第一解決方案的根據本發明的方法的第二非限制性實施例範例的示意圖；及

-圖 5 係符合所提出的該第一解決方案的根據本發明的設備的非限制性實施例範例的示意圖；

-圖 6 係符合所提出的該第二解決方案的根據本發明的方法的第一非限制性實施例範例的示意圖；

-圖 7 係符合所提出的該第二解決方案的根據本發明的方法的第二非限制性實施例範例的示意圖；

-圖 8 係符合所提出的該第二解決方案的根據本發明的設備的非限制性實施例範例的示意圖。

【實施方式】

【0077】 應該理解的是，下述的實施例並非限制性用途。本領域中具有通常知識者能夠想出本發明的多種變形，其僅包含從下述多個特徵所選出的特徵而沒有所述的其他特徵存在，只要此所選出的特徵足以賦予技術上的優勢或者足以使本發明與先前技術有所區別即可。此所選出的特徵，可以在未給出結構性細節或僅給出部分結構性細節下，包含至少一個特徵(較佳為功能性特徵)，只要此部分可獨自足以賦予技術上的優勢或者足以使本發明與先前技術有所區別即可。

【0078】 圖式中，數個圖式所共通的元件保有相同的符號。

在本申請案中，「密度」係指所考慮的液體的質量密度與水的質量密度之間的比例。

【0079】 該液體能夠是包含下述物化性質的天然油或合成油：

- 相對於鋰為疏水性和非反應性，
- 電性絕緣，
- 具有大於鋰的密度的密度，
- 具有在鋰的熔融溫度(即 180.5°C)以上的熱穩定性，
- 閃燃點以及自燃點盡可能高。

【0080】 圖 1 係在本發明的宗旨下的單電池的非限制性實施例範例的示意圖，不論是實施所提出的兩個解決方案中的哪一個皆適用。

【0081】圖 1 所示的該單電池 100 包含由固態金屬鋰層所形成或包含固態金屬鋰層的負極 102。

該單電池 100 也包含正極 104。該正極 104 通常是由基於聚合物和活性材料的複合物層形成。

固態電解質層 106 係配置在該負極 102 與該正極 104 之間。此固態電解質層 106 例如能夠包含鋰鹽。

該單電池 100 也包含在該正極 104 側上的電流集電器 108。該電流集電器 108 通常是由鋁製成。

【0082】按慣例，該單電池 100 的該負極 102 係在該單電池 100 的第一邊緣 110 側上延伸超出該單電池 100 的其他元件，此處係延伸至該圖的右邊；且該單電池 100 的該正極 104 及/或該集電器 108(該集電器 108 係連接於該正極 104)係在與該第一邊緣 110 相對的第二邊緣 112 側上延伸超出該單電池 100 的其他元件。在所示的範例中，僅該集電器 108 係在其第二邊緣 112 上延伸超出該總成 100，此處係延伸至該圖的左邊。在其他範例中，該延伸可以僅涉及該正極 104，或者也涉及該正極 104 和該集電器 108。

【0083】當然，圖 1 所示的該單電池 100 係依非限制性圖示的方式所給出的實現的非常簡化的版本。在本發明的宗旨下的該單電池能夠包含上述層以外的其他層，或更多的層，或其組成與此處依非限制性範例的方式所給出的組成不同的層。

【0084】圖 2 係在本發明的宗旨下的(多個)單電池的總成的非限制性實施例範例的示意圖，不論是實施所提出的兩個解決方案中的哪一個皆適用。

【0085】圖 2 所示的該單電池總成 200 包含在本發明的宗旨下的一個以上的單電池。

特別是，該單電池總成 200 包含數個相同的單電池 $100_1 \sim 100_n$ ，它們係組裝在與每個單電池 100_i 層的平面垂直的方向 202 上。

每個單電池 100_i 可以與圖 1 中的該單電池 100 相同。

此外，在兩個相鄰的單電池 $100_i \sim 100_{i+1}$ (其中， $i < n$) 之間，配置有正極 204_i 和與其連接的電流集電器 206_i 。

[根據所提出的該第一解決方案的實施例範例]

【0086】圖 3 係符合所提出的該第一解決方案的根據本發明的方法的第一非限制性實施例範例的示意圖。

【0087】圖 3 所示的該方法 300 包含第一任選步驟 302，在其期間內，將該(多個)單電池的總成的該等電性連接器，且特別是該等電流集中器(也就是「壓接連接器」)移除。

【0088】在任選步驟 304 的期間內，將在該(多個)單電池的總成的每側邊緣的水平處的過量的材料，特別是固態金屬鋰移除。

【0089】然後，該方法 300 包含自該等單電池提取該金屬鋰的階段 306。

該提取階段 306 包含步驟 308，其將該(多個)單電池的總成定位於一配向上，其中為負極所延伸的該第一邊緣，係設置於比為正極所延伸的該第二邊緣低的水平處。特別是，該步驟 308 將該(多個)單電池的總成定位於垂直配向上，即，與該重力向量平行，而且負極所延伸的該邊緣朝下。較佳為，但絕非限制性地，在該整個提取階段 306 一直將該(多個)單電池的總成保持在此配向上。

【0090】該提取階段 306 也包含步驟 310，其將該(多個)單電池的總成加熱至大於或等於存在於該(多個)單電池的總成中的該固態金屬鋰的熔融溫度的處理溫度，例如，180.5°C的溫度。此溫度將造成該固態金屬鋰熔融並且在重力的效應下，藉由自然排出而自每個單電池提取出來。較佳為，但絕非限制性地，該(多個)單電池的總成係在該整個提取階段 306 一直保持在此溫度下。

【0091】有利的是，該加熱步驟係在填充有惰性氣體的封閉封閉體中實行。

該提取階段 306 也能夠包含任選步驟 312，其壓縮該(多個)單電池的總成以便使該熔融的鋰湧出每個單電池。該壓縮能夠在該提取階段 306 的全部或部分期間連續地實行。可替代地，該壓縮步驟 312 能夠在該提取階段 306 期間內間斷地重複數次。較佳為，該壓縮步驟 312 實行如下：從正極所延伸的該第二邊緣開始，移向負極所延伸的該第一邊緣地逐步地施加壓縮，或者藉由從該第二邊緣開始，移向該第一邊緣地掃過該(多個)單電池的總成的表面來施加壓縮。

【0092】圖 4 係符合所提出的該第一解決方案的根據本發明的方法的另一非限制性實施例範例的示意圖。

圖 4 所示的該方法 400 包含圖 3 中的該方法 300 的全部步驟。

該方法 400 也包含步驟 402，其在該方法 300 的該等步驟之前，步驟 402 實行該(等)經處理的單電池的充電。

能夠將每個單電池部分或完全地充電。

將每個單電池充電可以增加提取所能獲得的鋰量，因為該充電造成該等鋰離子遷移至該單電池的該負極。

【0093】圖 5 係符合所提出的該第一解決方案的根據本發明的設備的非限制性實施例範例的示意圖。

圖 5 所示的設備 500 可用於實施根據本發明的方法，且特別是圖 3 和 4 中的該等方法 300 和 400。

該設備 500 可以自包含固態金屬鋰的電池組電池，諸如例如圖 1 中的該單電池 100，或者自多個單電池的總成，諸如圖 2 中的該總成 200，提取和取回一部分或全部的該鋰。

【0094】該設備 500 包含烘箱 502，其填充有惰性氣體或者置於真空下，構造成將該單電池加熱至大於或等於存在於該等單電池中的該固態金屬鋰的熔融溫度的處理溫度，例如， 180.5°C 或 181°C 。

【0095】該設備 500 包含一對夾具 504，其用於將該單電池 100 或該單電池總成 200 保持在垂直的位置上或者至少是傾斜的位置上，其中該第一邊緣 110 係定位於該第二邊緣 112 的水平的下面。每個夾具 504 係安裝成可在垂直的軌道 506 上移動以便使該單電池或該多個單電池的總成 200 垂直地移動。

【0096】該設備 500 也包含一對輓 508，在它們之間具有與該單電池 100 或該多個單電池的總成 200 的厚度減該(等)金屬鋰的固態層的厚度相對應的間隙。該對輓係定位成當將該等夾具 504 朝上移動時，該單電池 100、各該(多個)單電池的總成 200 便會從該第二邊緣 112 開始而通過該等輓 508 之間。由此，該等輓從該第二邊緣 112 開始並移向該第一邊緣 110 地對該單電池 100、對各該單電池總成 200 逐步地施加壓縮。

【0097】該設備也包含貯藏器 510，其用於取回在重力的效應下從每個單電池流出的該熔融的金屬鋰。該貯藏器 510 必須是相對於鋰為惰性。

[根據所提出的該第二解決方案的實施例範例]

【0098】圖 6 係符合所提出的該第二解決方案的根據本發明的方法的非限制性實施例範例的示意圖；

【0099】圖 6 所示的該方法 600 包含第一任選步驟 602，在其期間內，將各個電池組電池的該等電性連接器(也就是「壓接連接器」)移除。

【0100】在任選步驟 604 的期間內，將在該多個單電池的總成的每側邊緣的水平處的過量的材料移除。

【0101】然後，該方法 600 包含自該等單電池提取該金屬鋰的階段 606。

該提取階段 606 包含步驟 608，其將該(多個)單電池的總成定位於一配向上，其中為負極 102 所延伸的該第一邊緣 110，係設置於在垂直方向上比為正極 104 所延伸的該第二邊緣 112 低的水平處。特別是，該步驟 608 將該(多個)單電池的總成定位於垂直配向上，即，與該重力向量平行，而且該負極 102 所延伸的該邊緣朝上。較佳為，但絕非限制性地，在該整個提取階段 606 一直將該(多個)單電池的總成保持在此配向上。

【0102】該提取階段 606 包含步驟 609，其將該(多個)單電池的總成浸入液體 850 中(參見圖 8)。例如，在圖 8 所示的該實施例中，該液體 850 為包含下述物化性質的天然油或合成油，例如石蠟油：

- 相對於鋰為疏水性和非反應性，
 - 電性絕緣，
 - 具有大於鋰的密度的密度，
 - 具有在鋰的熔融溫度(即 180.5°C)以上的熱穩定性，及
 - 閃燃點以及自燃點盡可能高，例如大於 600°C 的溫度，
- 且最少要大於該單電池的處理溫度。

【0103】該浸入步驟 609 係藉由以該液體 850 完全覆蓋該(多個)單電池的總成 200 的方式將該(多個)單電池的總成 200 浸入該液體 850 中來實行。

【0104】此浸入步驟 609 特別有利於促進該單電池與該液體 850 之間的顯著的熱交換，此舉限制了該單電池過熱的風險和在短路期間所產生的熱量的疏散，並且改善了該加熱動力。

【0105】該提取階段 606 也包含步驟 610，其將該(多個)單電池的總成加熱至大於或等於存在於該(多個)單電池的總成中的該固態金屬鋰的熔融溫度的處理溫度，例如，180.5°C 的溫度。在所呈現的該實施例中，該液體 850 係藉由該烘箱加熱，並將熱轉移至該(多個)單電池的總成。一旦大於該鋰的熔融溫度，該溫度造成該固態金屬鋰熔融並且在重力的效應下，藉由自然排出而自每個單電池提取出來。較佳為，但絕非限制性地，該(多個)單電池的總成係在該整個提取階段 606 一直保持在此溫度下。該處理溫度必須不超過該液體 850 的降解溫度(各液體 850 特有的降解溫度)，在超過該降解溫度下，該液體 850 降解。換言之，當該液體 850 超出臨界溫度時就會變質，從而不再符合上述性質。理想的是，該液體的降解溫度必須相對於該鋰的熔融溫度大+40°C(且例如在+60°C與+60°C之間)。

【0106】由此，該用於自電池組提取鋰的方法可以藉由使該鋰經由從負極 102 所延伸的該第一邊緣 110 流動來限制短路電位的效應，並且藉由將該(多個)單電池的總成浸入不與鋰起反應的液體中而改善該(多個)單電池的總成的散熱，特別是在短路期間內，來控制短路。

【0107】該提取階段 606 也能夠包含任選步驟 612，其壓縮該(多個)單電池的總成以便加速從每個單電池提取出該熔融的鋰。該壓縮能夠在該提取階段 606 的全部或部分期間連續地實行。可替代地，該壓縮步驟 612 能夠在該提取階段 606 期間內間斷地重複數次。較佳為，該壓縮步驟 612 係實行如下：從正極 104 所延伸的該第二邊緣 112 開始，移向負極 102 所延伸的該第一邊緣 110 地逐步地施加壓縮，或者藉由從該第二邊緣 112 開始，移向該第一邊緣 110 地掃過該(多個)單電池的總成的表面來施加壓縮。

【0108】圖 7 係符合所提出的該第二解決方案的根據本發明的方法的另一非限制性實施例範例的示意圖；

圖 7 所示的該方法 700 包含圖 6 中的該方法 600 的全部步驟。

該方法 700 也包含步驟 702，其在該方法 600 的該等步驟之前，步驟 702 實行該經處理的單電池或多個單電池的充電。

每個單電池能部分或完全地充電。

將每個單電池充電可以增加提取所能獲得的鋰量，因為該充電造成該等鋰離子遷移至該單電池的該負極，此舉改善了所提取的鋰量以及該作業的動力。

【0109】圖 8 係符合所提出的該第二解決方案的根據本發明的設備的非限制性實施例範例的示意圖。

圖 8 所示的設備 800 能用於實施根據本發明的方法，且特別是圖 6 和 7 中的該等方法 600 和 700。

該設備 800 可以自包含固態金屬鋰的電池組電池，諸如例如圖 1 中的該單電池 100，或者自多個單電池的總成，諸如圖 2 中的該總成 200，提取和取回一部分或全部的該鋰。

【0110】該設備 800 包含烘箱 802，其填充有液體 850，且構造成成為將該單電池加熱至大於或等於存在於該等單電池中的該固態金屬鋰的熔融溫度的處理溫度，例如， 180.5°C 或 181°C 。在所呈現的該實施例中，該液體 850 係藉由該烘箱 802 來加熱，並將熱轉移至該(多個)單電池的總成。

【0111】該設備 800 包含一對夾具 804，其用於將該單電池 100 或該單電池總成 200 保持在垂直的位置上或者至少是傾斜的位置上，其中該第一邊緣 110 係定位於該第二邊緣 112 的水平的上部。每個夾具 804 係安裝成可在垂直的軌道 806 上移動以便使該單電池 100 或該多個單電池的總成 200 垂直地移動。

【0112】該液體 850 完全覆蓋該(多個)單電池的總成，從而使該第一邊緣 110 位於該液體 850 的水平的下部。

【0113】該設備 800 也包含一對輓 808，在它們之間具有與該單電池 100 或該多個單電池的總成 200 的厚度減該金屬鋰的固態層的厚度相對應的間隙。該對輓係定位成當將該等夾具 804 朝上移動時，該單電池 100、各該(多個)單電池的總成 200 便會從該第二邊緣 112 開始而通過該等輓 808 之間。由此，該等輓從該第二邊緣 112 開始並移向該第一邊緣 110 地對該單電池 100、對各該單電池總成 200 逐步地施加壓縮。

【0114】當然，本發明不限於以上詳述的該等範例。

例如，包含固態金屬鋰的該電池組單電池的組成能夠與圖 1 所示的不同。

此外，根據本發明的設備能夠包含除了圖 5 和 7 所示的裝置以外的裝置，諸如例如用於從該單電池切除該等電性連接器的手段、用於將在該等邊緣中的一個邊緣或每個邊緣上的過量物質切除的手段。

例如，可以各固定夾具 504 和 804，且各輓 508 和 808 能夠移動，而且能夠根據該實施例而分別從上到下、從下到上地壓縮該(多個)單電池的總成。

此外，可以使用單一烘箱和專供一個單電池或多個單電池的總成用的數對輓。

一對輓能夠以同時處理數個相鄰的(多個)單電池的總成的方式運作。

【0115】經由範例，該步驟 609 能夠藉由將該單電池 100 或該(多個)單電池的總成 200 浸於該液體 850 中，或藉由以該液體 850 填充該烘箱 802 來實行，從而該液體 850 覆蓋該(多個)單電池的總成 200、各該單電池 100。

應該注意的是，從一個以上的負極 102 所延伸的該總成的第一邊緣 110 的配向係該單電池 100 或該多個單電池的總成 200 所浸入的該流體的密度的函數。在由本發明所提出的該第一解決方案所涵蓋的該流體為氣體的情況下，則會使從該第一邊緣 110 位於一個以上的正極 104 所延伸的該第二邊緣 112 的下面，因為該氣體具有比該鋰低的密度。在由本發明所提出的該第二解決方案所涵蓋的該流體為比該鋰的密度還大的液體的情況下，則會使該第一邊緣 110 位於該第二邊緣 112 的上面。

在該流體為密度小於該鋰的液體的情況下，則會使該第一邊緣 110 的配向位於該第二邊緣 112 的下面，如第一實施例所示。

【0116】此外，分別由該等輓 508、808 所進行的該單電池 100 的壓縮的方向，從該第二邊緣 112 到該第一邊緣 110 地壓縮該單電池是更有利的。由此，如能夠在圖 5 和 8 所示的該等範例中所看到的，該壓縮的方向係依該流體的密度而定，並非都一樣。

該第一邊緣 110 的特徵能夠是其定義了一旦該鋰處於液體狀態，則該鋰必定會流經的那側。

【符號說明】

【0117】

100,100_i,100₁~100_n:單電池

102:負極

104:正極

106:固態電解質層

108:集電器

110:第一邊緣

112:第二邊緣

200:單電池總成

202:方向

204_i:正極

206_i:電流集電器

300:方法

302:步驟

304: 步驟
306: 提取階段
308: 定位步驟
310: 加熱步驟
312: 步驟
400: 方法
402: 步驟
500: 設備
502: 烘箱
504: 夾具
506: 垂直的軌道
508: 輥
510: 貯藏器
600: 方法
602: 步驟
604: 步驟
606: 提取階段
608: 步驟
609: 步驟
610: 步驟
612: 步驟
700: 方法
702: 步驟
800: 設備
802: 烘箱

804:夾具

806:垂直的軌道

808:輓

850:液體

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】一種用於自包含固態金屬鋰的電池組的至少一個單電池的總成提取鋰的方法，該方法包含有包含下述步驟的提取階段：

-一定位步驟：將該總成定位於一配向(orientation)上，其中從一個以上的負極所延伸的該總成的第一邊緣，係設置於與該第一邊緣相對且從一個以上的正極所延伸的該總成的第二邊緣的下面；及

-一加熱步驟：將該總成加熱至大於或等於該固態金屬鋰的熔融溫度的稱為處理溫度的溫度。

【請求項 2】如請求項 1 的方法，其中該定位步驟實行該至少一個單電池的總成的垂直定位，其中該第一邊緣係設置成朝下。

【請求項 3】如請求項 1 或 2 的方法，其中加熱該至少一個單電池的總成的該加熱步驟係在惰性氣體下實行。

【請求項 4】如請求項 1 或 2 的方法，其中加熱該至少一個單電池的總成的該加熱步驟係在真空下實行。

【請求項 5】如請求項 1 或 2 中任一項的方法，其也包含一充電步驟：在該提取階段之前，將該至少一個單電池的總成充電，該提取階段係施加於該經充電的總成。

【請求項 6】如請求項 1 或 2 中任一項的方法，其中該提取階段也包含一壓縮步驟：在該加熱步驟之後，壓縮該至少一個單電池的總成。

【請求項 7】如請求項 6 的方法，其中該壓縮步驟係藉由從該第二邊緣起，掃過該總成的表面而到該第一邊緣

來將壓縮施加於該總成的表面。

【請求項 8】如請求項 1 或 2 中任一項的方法，其包含一移除步驟：在該提取階段之前，從至少一個單電池移除至少一個電性連接器。

【請求項 9】一種用於自包含固態金屬鋰的電池組的至少一個單電池的總成提取鋰的設備，該設備包含：

-一定位手段用於將該總成定位於一配向上的，其中從一個以上的負極所延伸的該總成的第一邊緣，係設置於與該第一邊緣相對且從一個以上的正極所延伸的該總成的第二邊緣的下面；

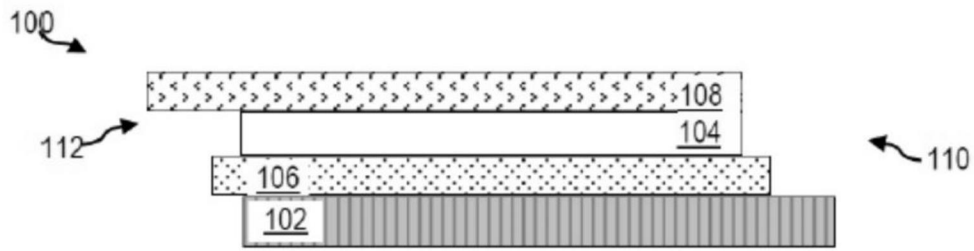
-一加熱手段，其構造成將該總成加熱至大於或等於該固態金屬鋰的熔融溫度的處理溫度；及

-該至少一個單電池的總成的壓縮手段。

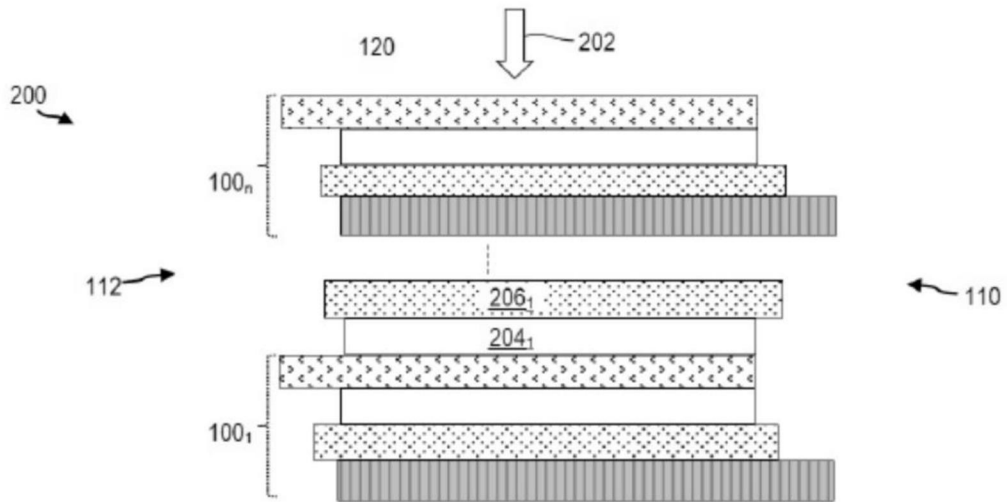
【請求項 10】如請求項 9 的設備，其中該加熱手段包含填充有惰性氣體的烘箱。

【請求項 11】如請求項 9 的設備，其中該壓縮手段包含兩個輥，該至少一個單電池的總成係通過它們之間。

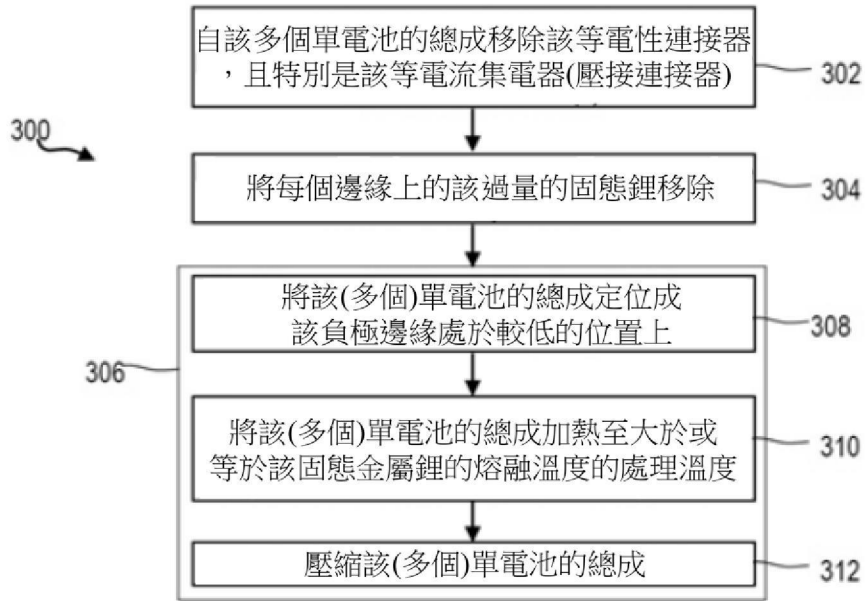
【發明圖式】



【圖 1】



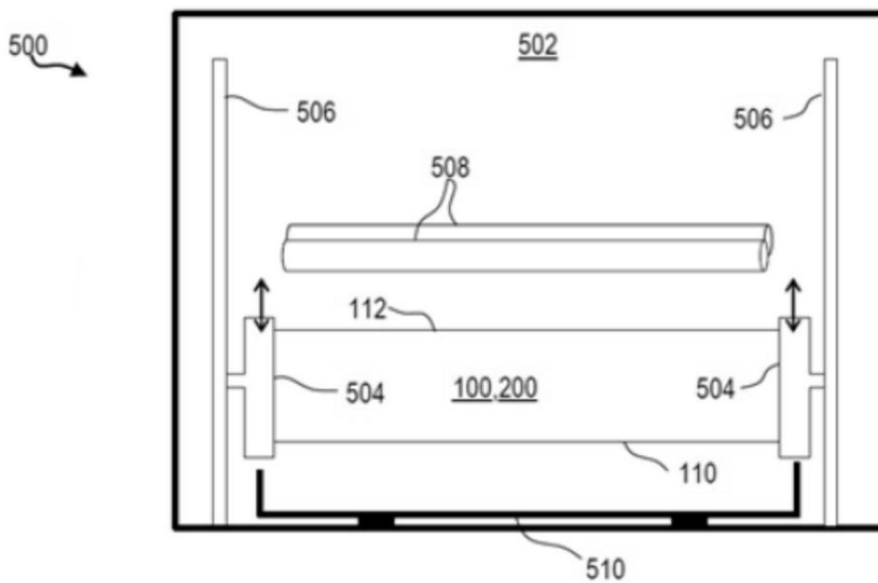
【圖 2】



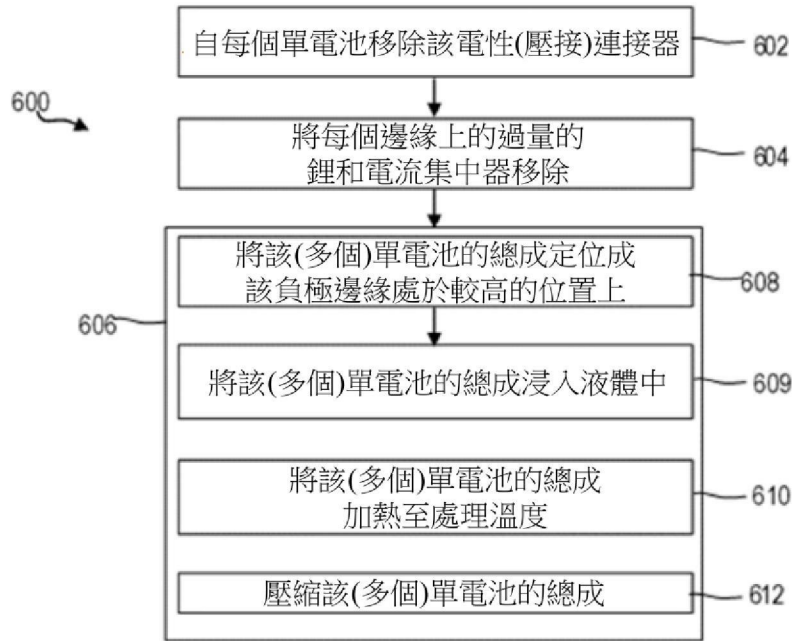
【圖 3】



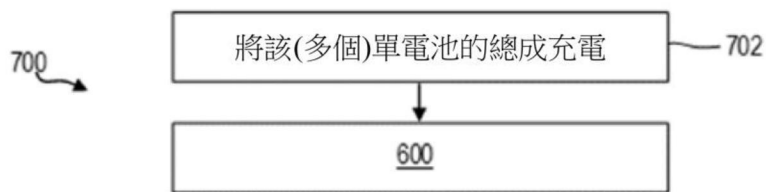
【圖 4】



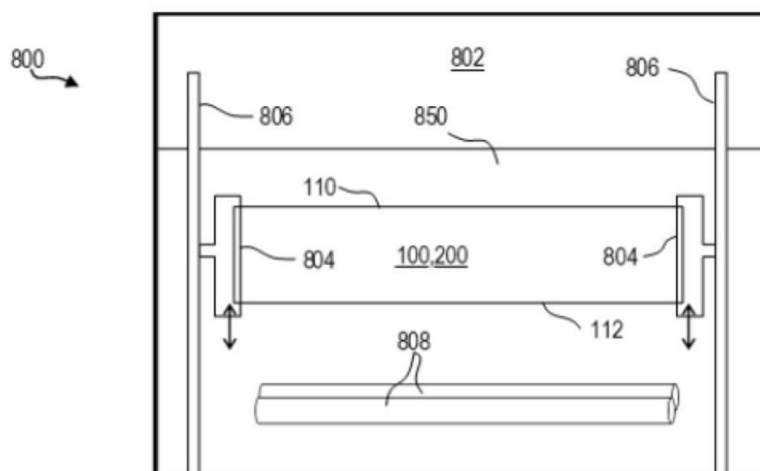
【圖 5】



【圖 6】



【圖 7】



【圖 8】