



(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 I834359 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 03 月 01 日

(21)申請案號：111140965

(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 10 月 27 日

(51)Int. Cl. : **H01M10/054 (2010.01)****H01M4/46 (2006.01)**

(71)申請人：亞福儲能股份有限公司 (中華民國) APH EPOWER CO., LTD. (TW)

高雄市路竹區路科五路 98 號 4F

(72)發明人：吳瑞軒 WU, JUI-HSUAN (TW)；蔡施柏達 TSAI, SHIH PO TA (TW)；陳韋安 CHEN, WEI-AN (TW)

(74)代理人：葉璟宗；卓俊傑

(56)參考文獻：

TW 201841417A

CN 109742320A

JP 2004-303459A

JP 2020-43043A

審查人員：吳國宇

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：3 共 16 頁

(54)名稱

應用於鋁電池的負極結構

(57)摘要

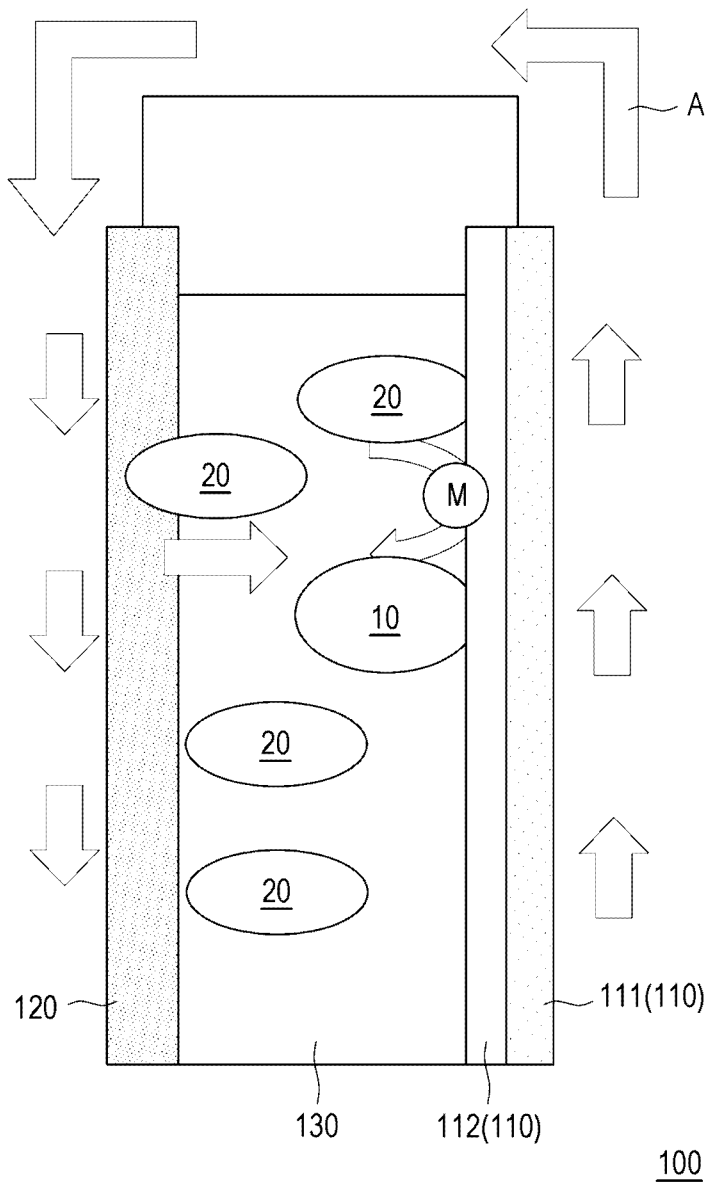
一種應用於鋁電池的負極結構，包括孔洞材料層以及金屬鍍層。金屬鍍層位於孔洞材料層上，以使鋁電池的電容量衰退率小於 5%/圈。

A negative electrode structure applied to an aluminum battery includes a hole material layer and a metal plating layer. The metal plating layer is located on the hole material layer such that the capacity decay rate of the aluminum battery is less than 5% per cycle.

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 10、20:離子
- 100:鋁電池
- 110:負極結構
- 111:孔洞材料層
- 112:金屬鍍層
- 120:正極結構
- 130:電解液
- A:電流
- M:金屬



【圖1A】



I834359

【發明摘要】

【中文發明名稱】應用於鋁電池的負極結構

【英文發明名稱】NEGATIVE ELECTRODE STRUCTURE

APPLIED TO ALLUMINUM BATTERY

【中文】一種應用於鋁電池的負極結構，包括孔洞材料層以及金屬鍍層。金屬鍍層位於孔洞材料層上，以使鋁電池的電容量衰退率小於5%/圈。

【英文】A negative electrode structure applied to an aluminum battery includes a hole material layer and a metal plating layer. The metal plating layer is located on the hole material layer such that the capacity decay rate of the aluminum battery is less than 5% per cycle.

【指定代表圖】圖1A。

【代表圖之符號簡單說明】

10、20:離子

100:鋁電池

110:負極結構

111:孔洞材料層

112:金屬鍍層

120:正極結構

130:電解液

A:電流

M:金屬

【特徵化學式】

無。

【發明說明書】

【中文發明名稱】應用於鋁電池的負極結構

【英文發明名稱】NEGATIVE ELECTRODE STRUCTURE

APPLIED TO ALUMINUM BATTERY

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種應用於鋁電池的負極結構。

【先前技術】

【0002】 鋁電池作為電化學儲能元件，具有安全性好及成本低等優點。進一步而言，鋁電池的電容量衰退率會受到負極上的溶鋁反應的速率所影響，又前述溶鋁反應的速率與負極結構息息相關，因此如何設計出較佳的負極結構，以提升鋁電池於電容量衰退率上的表現實為一種挑戰。

【發明內容】

【0003】 本發明提供一種應用於鋁電池的負極結構，其可以提升鋁電池於電容量衰退率上的表現且易於規模化生產。

【0004】 本發明的一種應用於鋁電池的負極結構，包括孔洞材料層以及金屬鍍層。金屬鍍層位於孔洞材料層上，以使鋁電池的電容量衰退率小於 5%/圈。

【0005】 在本發明的一實施例中，上述的金屬鍍層於孔洞材料層

上的重量大於 $2\text{mg}/\text{cm}^2$ 。

【0006】 在本發明的一實施例中，上述的金屬鍍層於孔洞材料層上的重量小於 $100\text{mg}/\text{cm}^2$ 。

【0007】 在本發明的一實施例中，上述的孔洞材料層的比表面積介於 $100\text{m}^2/\text{g}$ 至 $3000\text{m}^2/\text{g}$ 之間。

【0008】 在本發明的一實施例中，上述的孔洞材料層的材料包括活性碳、天然石墨、人造石墨、石墨烯、碳黑、軟碳、硬碳、介相石墨碳微球或其組合。

【0009】 在本發明的一實施例中，上述的金屬鍍層為鋁金屬鍍層。

【0010】 在本發明的一實施例中，上述的金屬鍍層藉由離子液體電鍍於孔洞材料層上。

【0011】 在本發明的一實施例中，上述的離子液體包括鋁鹽類離子液體。

【0012】 在本發明的一實施例中，上述的金屬鍍層位於鋁電池的正極結構與孔洞材料層之間。

【0013】 在本發明的一實施例中，上述的正極結構包括插層材料。

【0014】 基於上述，本發明應用於鋁電池的負極結構藉由孔洞材料層與金屬鍍層之複合電極設計，可以增加負極結構表面的反應點位數量，因此可以提升鋁電池於電容量衰退率上的表現(小於 $5\%/圈$)且易於規模化生產。

【0015】 為讓本發明的上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

【圖式簡單說明】**【0016】**

圖 1A 是依照本發明的一實施例的負極結構應用於鋁電池的示意圖。

圖 1B 是金屬鍍層於孔洞材料層上的不同重量的電容量衰退率的數據圖。

圖 2 是依照本發明的一實施例的負極結構的製造示意圖。

圖 3 是依照本發明的一實施例的負極結構應用於鋁電池的測試示意圖。

【實施方式】

【0017】 在下文中詳細闡述本發明的實施例。然而，該些實施例為示範性的，本發明並非僅限於此，且本發明由申請專利範圍的範圍界定。

【0018】 以下將參考圖式來全面地描述本發明的例示性實施例，但本發明還可按照多種不同形式來實施，且不應解釋為限於本文所述的實施例。在圖式中，為了清楚起見，各區域、部位及層的大小與厚度可不按實際比例繪製。為了方便理解，下述說明中相同的元件將以相同之符號標示來說明。

【0019】 本文所使用之方向用語(例如，上、下、右、左、前、後、頂部、底部)僅作為參看所繪圖式使用且不意欲暗示絕對定向。

【0020】 除非另有定義，本文使用的所有術語(包括技術和科學術語)具有與本發明所屬領域的普通技術人員通常理解的相同的含義。

【0021】 圖 1A 是依照本發明的一實施例的負極結構應用於鋁電池的示意圖。圖 1B 是金屬鍍層於孔洞材料層上的不同重量的電容量衰退率的數據圖。圖 2 是依照本發明的一實施例的負極結構的製造示意圖。圖 3 是依照本發明的一實施例的負極結構應用於鋁電池的測試示意圖。

【0022】 請參考圖 1A、圖 1B、圖 2 與圖 3，在本實施例中，應用於鋁電池 100 的負極結構 110 包括孔洞材料層 111 以及金屬鍍層 112，其中金屬鍍層 112 位於孔洞材料層 111 上，以使所述鋁電池的電容量衰退率小於 5%/圈。據此，本實施例應用於鋁電池 100 的負極結構 110 藉由孔洞材料層 111 與金屬鍍層 112 之複合電極設計，可以增加負極結構 110 表面的反應點位數量，因此可以提升鋁電池 100 於電容量衰退率上的表現(小於 5%/圈)且易於規模化生產。

【0023】 在一些實施例中，孔洞材料層 111 可以是高比表面積材料，其中孔洞材料層 111 的比表面積例如是介於 $100\text{m}^2/\text{g}$ 至 $3000\text{m}^2/\text{g}$ 之間，由於孔洞材料層 111 具有孔洞結構與高比表面積等特性，而金屬鍍層 112 披覆於孔洞材料層 111 上，因此能使活性物質更有效地進行氧化還原電化學反應，但本發明不限於此。

【0024】 在一些實施例中，孔洞材料層 111 的材料包括活性碳、

天然石墨、人造石墨、石墨烯、碳黑、軟碳、硬碳、介相石墨碳微球或其組合，且金屬鍍層 112 為鋁金屬鍍層，但本發明不限於此，孔洞材料層 111 亦可以使用其他適宜的非碳系孔洞材料。

【0025】 在一些實施例中，如圖 2 所示，金屬鍍層 112 可以藉由離子液體 103 電鍍於孔洞材料層 111 上。進一步而言，當金屬鍍層 112 為鋁金屬鍍層時，離子液體 103 可以包括鋁鹽類離子液體，如此一來，當電流 A 流至孔洞材料層 111 時，藉由式(1)： $4\text{Al}_2\text{Cl}_7^- + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al} + 7\text{AlCl}_4^-$ 的反應，將離子 10(Al_2Cl_7^-)轉換離子 20(AlCl_4^-)，以利用鋁鹽類離子液體於孔洞材料層 111 上電鍍均勻鋁金屬鍍層。在此，孔洞材料層 111 可以設置於電鍍裝置的陰極，鋁箔 101 可以設置於電鍍裝置的陽極，以將鋁金屬電鍍於孔洞材料層 111 上，但本發明不限於此。

【0026】 在一些實施例中，金屬鍍層 112 可以位於鋁電池 100 的正極結構 120 與孔洞材料層 111 之間，且正極結構 120 與負極結構 110 之間具有電解液 130，其中正極結構 120 與電解液 130 可以依照實際設計上的需求進行選擇，本發明不加以限制。

【0027】 在一些實施例中，金屬鍍層 112 於孔洞材料層 111 上的重量大於 $2\text{mg}/\text{cm}^2$ ，且金屬鍍層 112 於孔洞材料層 111 上的重量小於 $100\text{mg}/\text{cm}^2$ ，舉例而言，如圖 1B 所示，當金屬鍍層 112 為鋁金屬鍍層時，鍍鋁量為 $0\text{ mg}/\text{cm}^2$ (亦即沒有形成金屬鍍層 112)時，鋁電池的電容量衰退率為 5%/圈；當鍍鋁量為 $4.27\text{ mg}/\text{cm}^2$ 時，鋁電池的電容量衰退率為 1%/圈(小於 5%/圈)；當鍍鋁量為 $8.54\text{ mg}/\text{cm}^2$

與 14.93 mg/cm^2 時，鋁電池的電容量衰退率為 $0\%/圈$ (小於 $5\%/圈$)，也就是說，電容量衰退率的改善程度與金屬鍍層 112 於孔洞材料層 111 上的重量呈現正相關。

【0028】 在此，圖 1B 的鋁電池的正極結構是使用石墨結構，電解液是使用氯鋁酸根離子液體，而其他未說明的組成與規格應是本發明所屬領域的普通技術人員可以依據任何涵蓋包含在隨附申請專利範圍的精神及範圍內的內容所得。此外，圖 1B 的實驗數據例如是藉由圖 3 的測試裝置所得，其中圖 3 的測試裝置藉由固定件 102(例如是載玻片)固定鋁電池 100 的負極結構 110、正極結構 120、電解液 130 之間間距且可固定住負極結構 110、正極結構 120 的位置，以進行測試。

【0029】 在一些實施例中，當正極結構 120 為插層材料，電解液 130 為鹵化鋁與咪唑氯鹽，金屬鍍層 112 為鋁金屬鍍層時，放電時在負極結構 110 表面上會進行大量溶鋁反應，藉由式(2)： $Al + 7AlCl_4^- \rightarrow 4Al_2Cl_7^- + 3e^-$ 的反應，金屬 M 將離子 $20(AlCl_4^-)$ 轉換為離子 $10(Al_2Cl_7^-)$ ，如此一來，可以大幅改善僅使用碳系材料作為鋁電池負極，表面無鋁源使溶鋁反應慢，導致正極活物無法完全脫層，使電容量衰退的問題，也就是說，藉由高比表面積的孔洞材料層 111 與金屬鍍層 112 之複合電極設計，可以提升負極結構 110 的溶鋁量，以與正極結構 120 脫層出來的離子 $20(AlCl_4^-)$ 反應形成離子 $10(Al_2Cl_7^-)$ ，因此正極結構 120 的層間距中的離子 $20(AlCl_4^-)$ 可以脫層並實質上不殘留於層間距中，改善溶鋁速率小

於正極脫層速率時，導致放電時有過多活物殘留於層間距，影響下一次充電時正極可插層的活物數量，使電量逐圈衰退的問題，亦即之後充放電時活物可插層的數量可以維持不變，而有效改善電容量衰退的情況。

【0030】 綜上所述，本發明的應用於鋁電池的負極結構藉由孔洞材料層與金屬鍍層之複合電極設計，可以增加負極結構表面的反應點位數量，因此可以提升鋁電池於電容量衰退率上的表現(小於5%/圈)且易於規模化生產。

【0031】 雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明的精神和範圍內，當可作些許的更動與潤飾，故本發明的保護範圍當視後附的申請專利範圍所界定者為準。

【符號說明】

【0032】

10、20:離子

101:鋁箔

102:固定件

103:離子液體

100:鋁電池

110:負極結構

111:孔洞材料層

112:金屬鍍層

120:正極結構

130:電解液

A:電流

M:金屬

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種負極結構，應用於鋁電池，其包括：

孔洞材料層，其中所述孔洞材料層的材料包括活性碳、天然石墨、人造石墨、碳黑、軟碳、硬碳、介相石墨碳微球或其組合；
以及

金屬鍍層，位於所述孔洞材料層上，以使所述鋁電池的電容量衰退率小於 5%/圈。

【請求項2】 如請求項1所述的負極結構，其中所述金屬鍍層於所述孔洞材料層上的重量大於 $2\text{mg}/\text{cm}^2$ 。

【請求項3】 如請求項2所述的負極結構，其中所述金屬鍍層於所述孔洞材料層上的重量小於 $14.93\text{mg}/\text{cm}^2$ 。

【請求項4】 如請求項1所述的負極結構，其中所述孔洞材料層的比表面積介於 $100\text{m}^2/\text{g}$ 至 $3000\text{m}^2/\text{g}$ 之間。

【請求項5】 如請求項1所述的負極結構，其中所述金屬鍍層為鋁金屬鍍層。

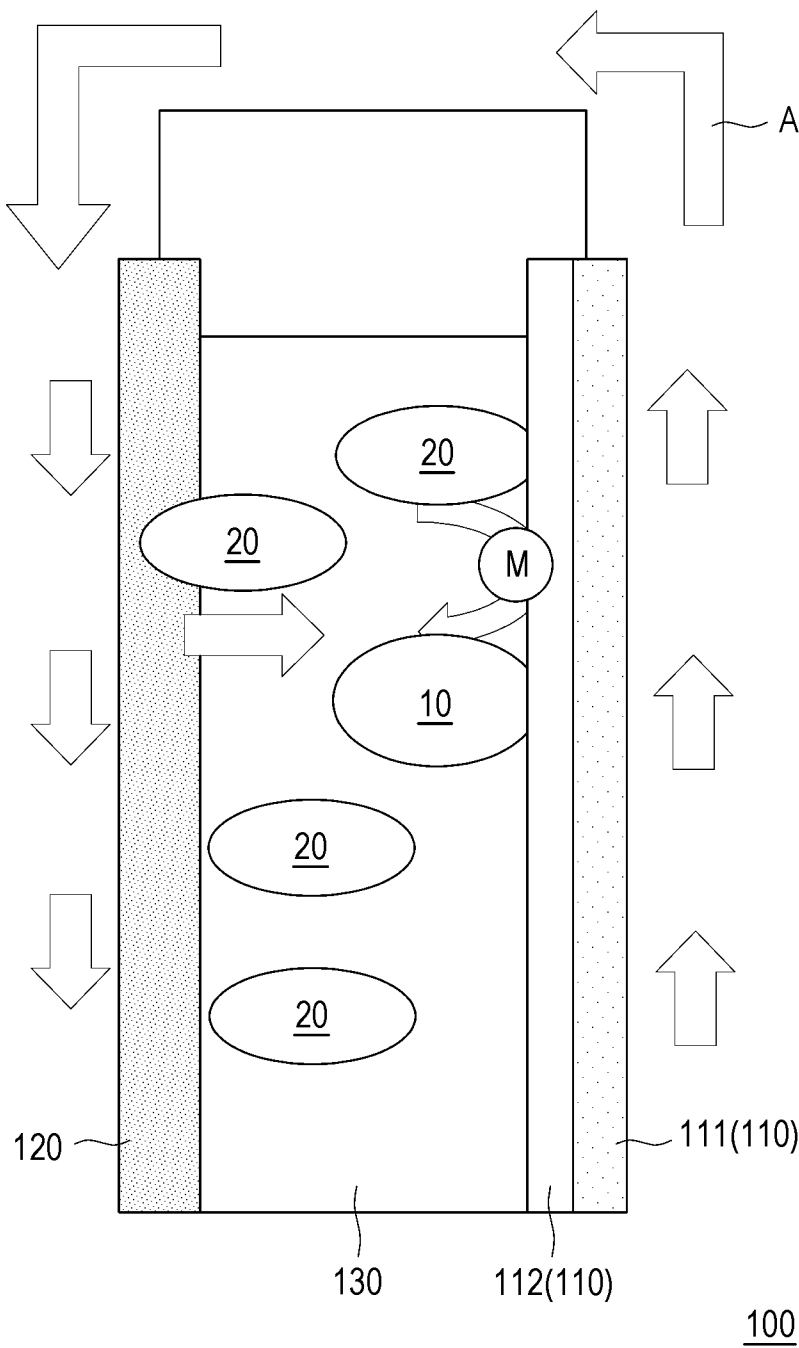
【請求項6】 如請求項1所述的負極結構，其中所述金屬鍍層藉由離子液體電鍍於所述孔洞材料層上。

【請求項7】 如請求項6所述的負極結構，其中所述離子液體包括鋁鹽類離子液體。

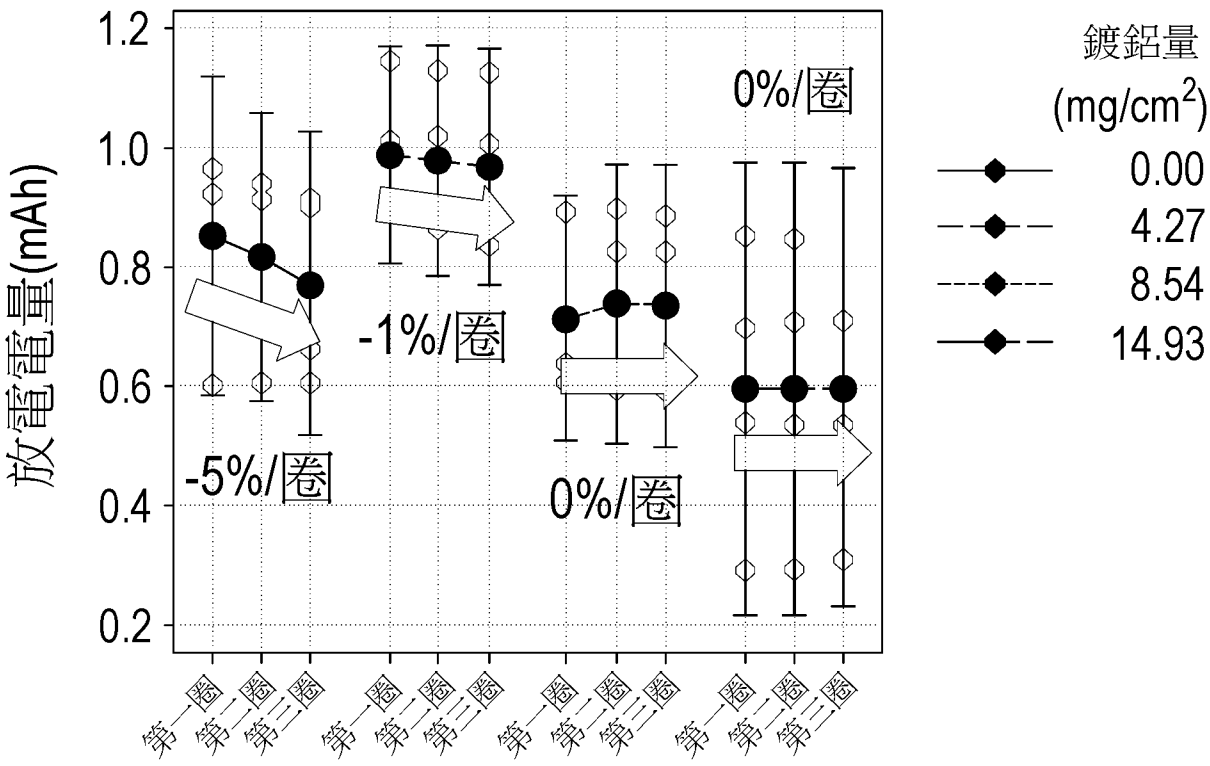
【請求項8】 如請求項1所述的負極結構，其中所述金屬鍍層位於所述鋁電池的正極結構與所述孔洞材料層之間。

【請求項9】 如請求項8所述的負極結構，其中所述正極結構包括插層材料。

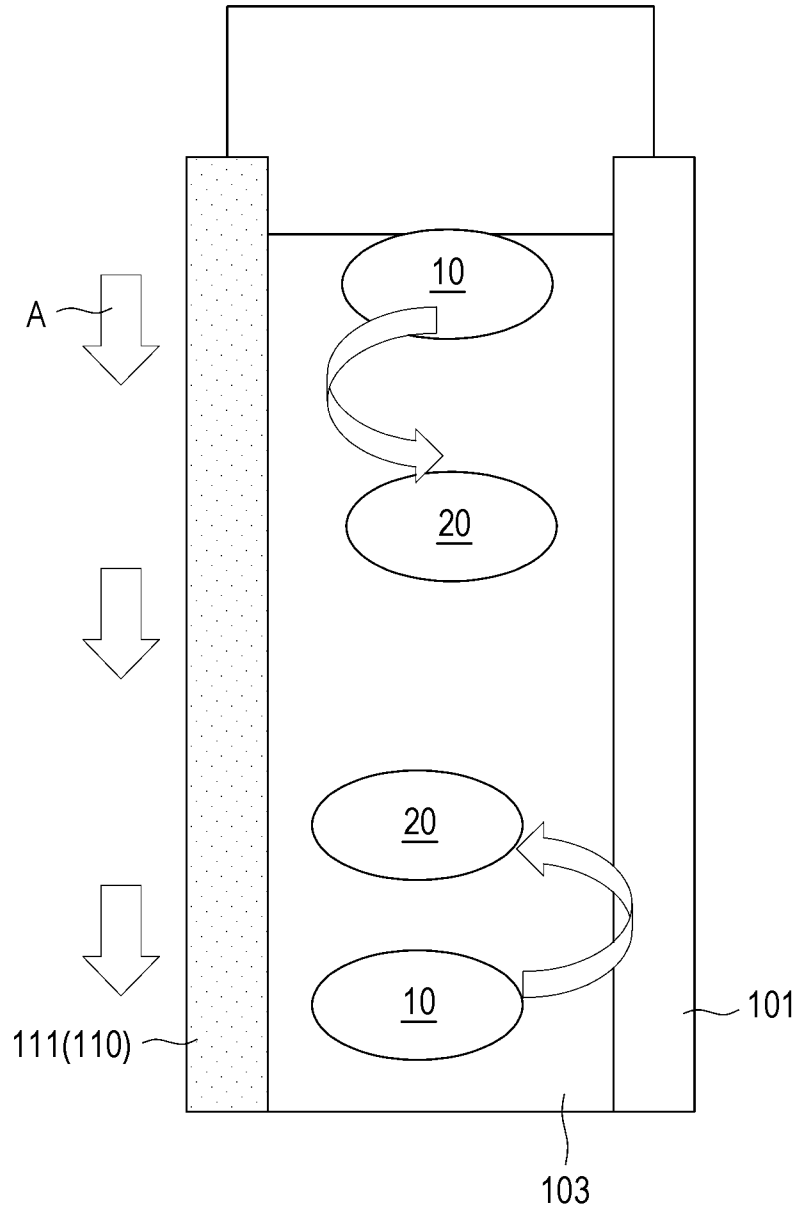
【發明圖式】



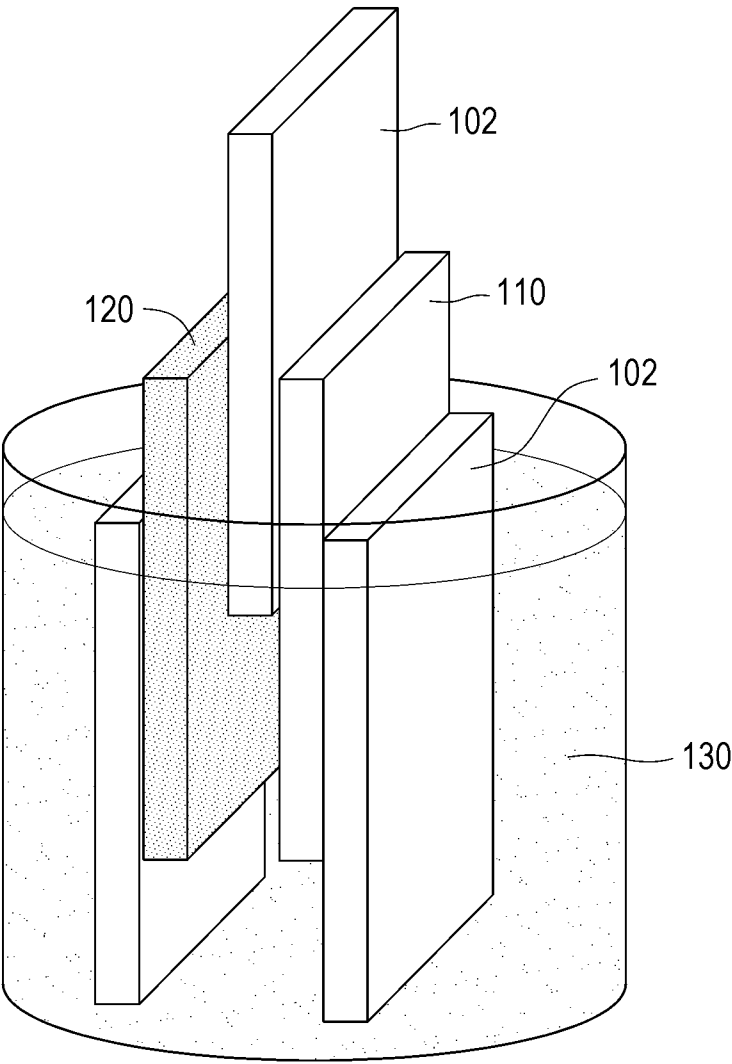
【圖1A】



【圖1B】



【圖2】



【圖3】