I806957

(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 I806957 B**

(45)公告日： 中華民國 112 (2023) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：108101679 (22)申請日： 中華民國 108 (2019) 年 01 月 16 日

(51)Int. Cl.： ***H01G4/008 (2006.01)*** ***B41F15/14 (2006.01)***

(30)優先權：2018/01/16 美國 62/617,856

2018/05/10 美國 62/669,709

2018/05/18 美國 62/673,673

(71)申請人：澳大利亞商印製能源技術有限公司 (澳大利亞) PRINTED ENERGY PTY LTD (AU)

澳大利亞

(72)發明人：拉克特　維拉　N LOCKETT, VERA N. (AU)；薩拉　亞塞爾 SALAH, YASSER (US)；哈特曼　亞歷山大　伊莉絲 HARTMAN, ALEXANDRA ELYSE (US)；科利　斯里　哈夏 KOLLI, SRI HARSHA (IN)；惠特比　羅傑 WHITBY, RODGER (AU)；雷　威廉恩　莊士東 RAY, WILLIAM JOHNSTONE (US)；德呢使　雷拉 DANESHI, LEILA (US)

(74)代理人：葉璟宗；卓俊傑

(56)參考文獻：

TW	201212358A	US	2017/0104190A1
US	2017/0104224A1	US	2017/0222232A1

審查人員：林益平

申請專利範圍項數：20 項　　圖式數：35　　共 212 頁

(54)名稱

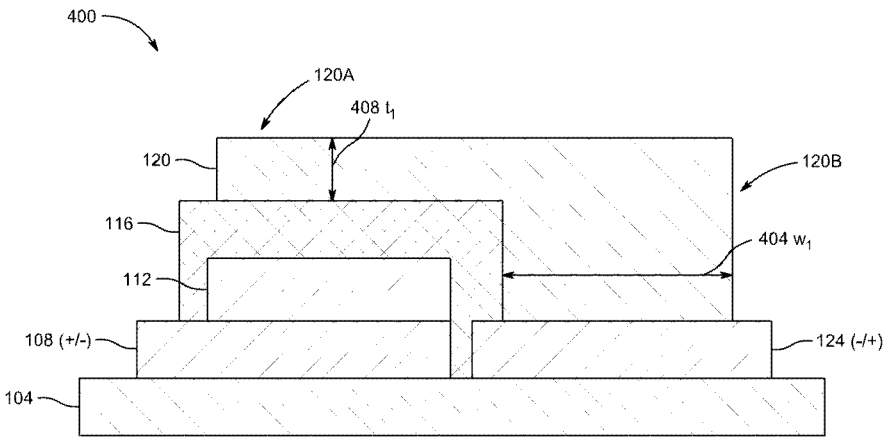
薄膜式能量儲存裝置

(57)摘要

所揭露技術大致而言是有關於薄膜式能量儲存裝置，且更具體而言是有關於印刷型薄膜式能量儲存裝置。薄膜式能量儲存裝置包括位於電性絕緣基板之上且沿橫向方向相鄰設置的第一集電器層及第二集電器層。薄膜式能量儲存裝置另外包括位於第一集電器層之上的屬於第一類型的第一電極層、以及位於第二集電器層之上的屬於第二類型的第二電極層。分隔件將第一電極層與第二電極層隔開。第一集電器層、第一電極層、分隔件、第二電極層、及第二集電器層中的一或多者是印刷層。

The disclosed technology generally relates to thin film-based energy storage devices, and more particularly to printed thin film-based energy storage devices. The thin film-based energy storage device includes a first current collector layer and a second current collector layer over an electrically insulating substrate and adjacently disposed in a lateral direction. The thin film-based energy storage device additionally includes a first electrode layer of a first type over the first current collector layer and a second electrode layer of a second type over the second current collector layer. A separator separates the first electrode layer and the second electrode layer. One or more of the first current collector layer, the first electrode layer, the separator, the second electrode layer and the second current collector layer are printed layers.

指定代表圖：



【圖4】

符號簡單說明：

104:基板

108:第一集電器/第一集電器層/集電器

112:第一電極層/第一電極/電極/電極層

116:分隔件/分隔件層

120:第二電極層/第二電極/電極/電極層

120A:橫向延伸部分

120B:基礎部分

124:第二集電器/第二集電器層/集電器

400:薄膜式能量儲存裝置(ESD)/ESD

404:寬度(w_1)

408:厚度(t_1)

專利案號：108101679

公告本 111年10月05日 所提修正

111-10-05

I806957

【發明摘要】

【中文發明名稱】薄膜式能量儲存裝置

【英文發明名稱】THIN FILM-BASED ENERGY STORAGE DEVICES

【中文】所揭露技術大致而言是有關於薄膜式能量儲存裝置，且更具體而言是有關於印刷型薄膜式能量儲存裝置。薄膜式能量儲存裝置包括位於電性絕緣基板之上且沿橫向方向相鄰設置的第一集電器層及第二集電器層。薄膜式能量儲存裝置另外包括位於第一集電器層之上的屬於第一類型的第一電極層、以及位於第二集電器層之上的屬於第二類型的第二電極層。分隔件將第一電極層與第二電極層隔開。第一集電器層、第一電極層、分隔件、第二電極層、及第二集電器層中的一或多者是印刷層。

【英文】The disclosed technology generally relates to thin film-based energy storage devices, and more particularly to printed thin film-based energy storage devices. The thin film-based energy storage device includes a first current collector layer and a second current collector layer over an electrically insulating substrate and adjacently disposed in a lateral direction. The thin film-based energy storage device additionally includes a first electrode layer of a first type over the first current collector layer and a second electrode layer of a second type over the second current collector layer. A separator

separates the first electrode layer and the second electrode layer. One or more of the first current collector layer, the first electrode layer, the separator, the second electrode layer and the second current collector layer are printed layers.

【指定代表圖】圖 4。

【代表圖之符號簡單說明】

104：基板

108：第一集電器/第一集電器層/集電器

112：第一電極層/第一電極/電極/電極層

116：分隔件/分隔件層

120：第二電極層/第二電極/電極/電極層

120A：橫向延伸部分

120B：基礎部分

124：第二集電器/第二集電器層/集電器

400：薄膜式能量儲存裝置（ESD）/ESD

404：寬度（w_1）

408：厚度（t_1）

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】薄膜式能量儲存裝置

【英文發明名稱】THIN FILM-BASED ENERGY STORAGE DEVICES

【技術領域】

【0001】 所揭露技術大致而言是有關於能量儲存裝置，且更具體而言是有關於印刷型薄膜式能量儲存裝置或印刷型能量儲存裝置。[作為參考而對任何優先權申請案的併入]

【0002】 在與本申請案一起提交的申請資料表中指明外國或本國優先權主張的任何申請案均出於所有目的而全文併入本案中供參考。

【先前技術】

【0003】 近來例如印刷型電子裝置等薄膜式電子裝置的進步已促使出現了各種新的電子產品形式，該些新的電子產品形式能夠更廣地普及、具有更高的整合度且潛在地具有更低的成本。僅舉幾例，薄膜式電子裝置包括撓性顯示器、以及呈三維（three-dimensional，3D）結構的電子產品、較大面積電子產品（例如感測器陣列）、較高效能裝置（例如有機發光顯示器）、適用於物聯網（internet of things，IoT）的各種裝置、可佩戴型裝置、藍芽（Bluetooth®）裝置、發光裝置、無線裝置（例如，感應充電天線）、

射頻識別（radio-frequency identification，RFID）。

【0004】 一些薄膜式電子裝置與例如電池及超電容器（supercapacitor）等的能量儲存裝置（energy storage device，ESD）連接或整合於一起，所述能量儲存裝置為所述電子裝置提供電力。可製作薄膜式電子裝置並將其與亦為薄膜式的 ESD 有利地整合於一起，其中薄膜式 ESD 是使用與用於製作薄膜式電子裝置的製程類似的製程而製作。舉例而言，可使用與用於製作印刷型薄膜式電子裝置的製程類似的印刷製程來印刷薄膜式 ESD。

【0005】 為用作適合於薄膜式電子裝置的電源，薄膜式 ESD 應具有相容的屬性。舉例而言，一些薄膜式電子裝置適於為撓性裝置。為與該些類型的裝置相容，薄膜式 ESD 亦應為撓性的。為與具有廣泛電源及能量需求（舉例而言，例如 1 毫安時（mAh）至 100 毫安時等的容量範圍及例如 1.5 伏（V）至 6 伏等的電壓範圍）的各種各樣的薄膜式電子裝置相容，為該些裝置供電的薄膜式 ESD 應可被配置成滿足不同的需求。再者，薄膜式 ESD 應以與薄膜式電子裝置本身適宜地一樣低的成本來達成該些效能。為滿足該些及其他需求，對於能夠提供包括廣泛範圍的容量及輸出電壓的通用性（versatility）、可配置性、可整合性、及相對低的製造成本、以及與薄膜式電子裝置的相容性的薄膜式 ESD 及製造製程有所需求。

【發明內容】

【0006】 在一態樣中，一種製作能量儲存裝置的方法包括在基板之上印刷包括第一集電器層及第二集電器層的橫向相鄰且電性隔開的集電器層。所述方法另外包括在第一集電器層之上印刷屬於第一類型的電極層並在第二集電器層之上印刷屬於第二類型的電極層。所述方法更包括在屬於第一類型的電極層及屬於第二類型的電極層中的一者或二者之上印刷分隔件。印刷分隔件包括在屬於第一類型的電極層及屬於第二類型的電極層中的一者或二者的暴露表面之上進行印刷。屬於第一類型的電極層包含第一電極活性材料，且屬於第二類型的電極層包含第二電極活性材料。第一電極活性材料與第二電極活性材料之間的莫耳比率（molar ratio）介於 0.25 與 4.0 之間。

【0007】 在另一態樣中，一種製作能量儲存裝置的方法包括在基板之上印刷多個橫向相鄰且電性隔開的集電器層。所述方法另外包括在所述多個集電器層的至少第一子集（subset）之上印刷屬於第一類型的電極層並在所述多個集電器層的至少第二子集之上印刷屬於第二類型的電極層。所述方法更包括印刷多個分隔件層以形成所述能量儲存裝置的多個電性連接胞元，其中所述胞元中的每一者包括所述多個分隔件層中與屬於第一類型的電極層中的一者及屬於第二類型的電極層中的一者接觸的一個分隔件。

【0008】 在另一態樣中，一種用於能量儲存裝置的製造套件（manufacturing kit）包括未活化的能量儲存裝置。所述未活化的能量儲存裝置包括基板、位於基板之上的多個橫向相鄰且電性隔

開的集電器層。所述多個集電器層包括第一集電器層及第二集電器層。所述未活化的能量儲存裝置另外包括：屬於第一類型的電極層，位於第一集電器層之上；屬於第二類型的電極層，位於第二集電器層之上；以及乾燥的分隔件，位於屬於第一類型的電極層及屬於第二類型的電極層中的一者或二者之上。所述分隔件包括暴露部分，所述乾燥的分隔件被配置成藉由所述暴露部分接收電解質。所述製造套件另外包括電解質，所述電解質被配置成施加至所述未活化的能量儲存裝置，以使所述能量儲存裝置活化。

【0009】 在另一態樣中，一種製作電性系統的方法包括在基板之上的電池供電式核心裝置之上印刷能量儲存裝置。所述核心裝置被配置成藉由第一電源端子及第二電源端子接收電力，且所述能量儲存裝置被配置成將電力提供至所述電池供電式核心裝置。印刷所述能量儲存裝置包括印刷包括第一集電器層及第二集電器層的多個集電器層。第一集電器層或第二集電器層中的至少一者是印刷於第一電源端子及第二電源端子之上。印刷所述能量儲存裝置另外包括在第一集電器層之上印刷屬於第一類型的電極層，在第二集電器層之上印刷屬於第二類型的電極層，並在屬於第一類型的電極層及屬於第二類型的電極層中的一者或二者的暴露表面之上印刷分隔件。

【0010】 在另一態樣中，一種能量儲存裝置包括在電性絕緣基板之上沿橫向方向相鄰設置的第一集電器層及第二集電器層。所述能量儲存裝置另外包括：屬於第一類型的第一電極層，位於第一集

電器層之上；分隔件，位於第一電極層之上；以及屬於與第一類型不同的第二類型的第二電極層，位於分隔件之上。第二電極層包括沿垂直方向自第二集電器層延伸的基礎部分以及沿橫向方向自基礎部分橫向延伸以與第一電極層橫向交疊的橫向延伸部分。第一集電器層、第一電極層、分隔件、第二電極層及第二集電器層中的一或多者是印刷層。

【0011】 在另一態樣中，一種能量儲存裝置包括位於電性絕緣基板之上且沿橫向方向相鄰設置的第一集電器層及第二集電器層。所述能量儲存裝置另外包括：屬於第一類型的第一電極層，位於第一集電器層之上；屬於第二類型的第二電極層，位於第二集電器層之上；以及分隔件，位於第一電極層及第二電極層之上。第一集電器層、第一電極層、分隔件、第二電極層及第二集電器層中的一或多者是印刷層。第一電極層包含第一電極活性材料，且第二電極層包含第二電極活性材料，其中第一電極活性材料與第二電極活性材料之間的莫耳比率介於 0.25 與 4.0 之間。

【0012】 在另一態樣中，一種能量儲存裝置包括：第一集電器層，位於電性絕緣基板之上；屬於第一類型的第一電極層，位於第一集電器層之上；分隔件，位於第一電極層之上且覆蓋第一電極層的頂表面及側表面；屬於第二類型的第二電極層，位於分隔件之上；以及第二集電器層，包括沿垂直方向自電性絕緣基板延伸的基礎部分以及沿橫向方向自基礎部分橫向延伸以與第二電極層交疊的橫向延伸部分。第一集電器層、第一電極層、分隔件、第二電極層及

第二集電器層中的一或多者是印刷層。第一電極層包含第一電極活性材料，且第二電極層包含第二電極活性材料。第一電極活性材料與第二電極活性材料之間的莫耳比率介於 0.25 與 4.0 之間。

【0013】 在另一態樣中，一種能量儲存裝置包括電性絕緣基板、以及形成於電性絕緣基板之上的第一集電器及第二集電器。所述第一集電器包括多個第一集電器指狀結構，且所述第二集電器包括多個第二集電器指狀結構。第一集電器指狀結構與第二集電器指狀結構為交錯的，以在橫向方向上交替。屬於第一類型的第一電極層形成於第一集電器層之上，且屬於第二類型的第二電極層位於第二集電器層之上。分隔件層將第一電極層與第二電極層隔開。

【0014】 在另一態樣中，一種能量儲存裝置包括位於電性絕緣基板之上的多個橫向相鄰且電性隔開的集電器。所述能量儲存裝置包括多個電性連接能量儲存胞元。所述能量儲存胞元中的每一者包括位於集電器中的一者上的屬於第一類型的第一電極層、位於集電器中的相鄰一者上的屬於第二類型的第二電極層、以及接觸第一電極層及第二電極層並將第一電極層與第二電極層電性隔開的分隔件。

【0015】 在另一態樣中，一種使能量儲存裝置活化的方法包括提供未活化的能量儲存裝置。所述未活化的能量儲存裝置包括基板、以及位於基板之上的多個橫向相鄰且電性隔開的集電器層。所述多個集電器層包括第一集電器層及第二集電器層。所述未活化的能量儲存裝置另外包括：屬於第一類型的電極層，位於第一集電器

層之上；屬於第二類型的電極層，位於第二集電器層之上；以及乾燥的分隔件，位於屬於第一類型的電極層及屬於第二類型的電極層中的一者或二者之上。所述分隔件包括暴露部分，所述乾燥的分隔件被配置成藉由所述暴露部分接收電解質。所述方法另外包括藉由將電解質施加至所述乾燥的分隔件來活化所述能量儲存裝置。

【0016】 在另一態樣中，一種薄膜式電子裝置包括彼此電性連接的薄膜式核心裝置及薄膜式能量儲存裝置（ESD）。所述薄膜式核心裝置與所述薄膜式能量儲存裝置整合於共同基板上且在與所述共同基板正交的方向上彼此交疊。

【0017】 在另一態樣中，一種薄膜式電子裝置包括：薄膜式能量儲存裝置（ESD）；以及薄膜式能量收穫裝置（thin film-based energy harvesting device），電性連接至所述薄膜式 ESD 且被配置成為所述薄膜式 ESD 充電。所述薄膜式能量收穫裝置與所述薄膜式能量儲存裝置整合於共同基板上。

【0018】 在另一態樣中，一種可佩戴型薄膜式電子裝置包括位於電性絕緣基板之上的多個橫向相鄰且電性隔開的集電器。所述裝置另外包括多個電性連接能量儲存胞元。所述能量儲存胞元中的每一者包括位於集電器中的一者上的屬於第一類型的第一電極層、位於集電器中相鄰的一者上的屬於第二類型的第二電極層、以及接觸第一電極層及第二電極層並將第一電極層與第二電極層電性隔開的分隔件。所述多個電性連接能量儲存胞元被配置成由使用者佩戴。

【0019】 在另一態樣中，一種可配置式能量儲存裝置包括位於電性絕緣基板之上的多個橫向相鄰且電性隔開的集電器。所述能量儲存裝置包括多個電性連接能量儲存胞元。所述電性連接能量儲存胞元被配置成在接收機械力後彼此拆分，以形成電性連接能量儲存胞元圖案。

【0020】 在另一態樣中，一種能量儲存裝置包括位於電性絕緣基板之上的多個徑向佈置且電性隔開的集電器。所述能量儲存裝置包括多個徑向佈置且電性連接的能量儲存胞元。所述能量儲存胞元中的每一者包括位於集電器中的一者上的屬於第一類型的第一電極層、位於集電器中相鄰的一者上的屬於第二類型的第二電極層、以及接觸第一電極層及第二電極層並將第一電極層與第二電極層電性隔開的分隔件。

【0021】 在另一態樣中，一種能量儲存裝置包括電性絕緣基板、位於電性絕緣基板之上的第一集電器及位於電性絕緣基板之上的第二集電器。所述第一集電器包括多個第一集電器指狀結構。所述第二集電器包括多個第二集電器指狀結構。第一集電器指狀結構與第二集電器指狀結構為交錯的以在橫向方向上交替。第一集電器及第二集電器被徑向佈置成使得第一集電器及第二集電器中的一者徑向環繞第一集電器及第二集電器中的另一者。所述裝置另外包括：屬於第一類型的第一電極層，位於第一集電器層之上；屬於第二類型的第二電極層，位於第二集電器層之上；以及分隔件層，將第一電極層與第二電極層隔開。

【圖式簡單說明】

【0022】 參照某些實施例的圖式闡述本發明的該些以及其他特徵、態樣及優點，所述圖式旨在說明某些實施例而非限制本發明。在圖式中，具有帶括弧的參考編號的特徵指示在由讀者觀看時位於另一特徵下方的特徵。

圖 1 說明具有垂直堆疊的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置。

圖 2A 說明具有橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置的側視圖。

圖 2B 說明圖 2A 所說明薄膜式能量儲存裝置的電極層的平面圖。

圖 3A 說明具有非對稱橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置的側視圖，其中第一電極層與第二電極層之間的表面積比率是根據活性材料的莫耳比率來加以調整。

圖 3B 說明圖 3A 所說明薄膜式能量儲存裝置的電極層的平面圖。

圖 4 說明具有橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置的側視圖，所述電極層在垂直方向上具有交疊部分。

圖 5 說明具有橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置的側視圖，其中在穿孔式分隔件的相對的二個主表面上形成電極層，以在不增加薄膜式能量儲存裝置的整體橫向佔用區

（overall lateral footprint）的情況下增加容量。

圖 6 說明圖 5 所說明薄膜式能量儲存裝置的平面圖。

圖 7 說明具有垂直堆疊的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置的側視圖，其中集電器中的一者具有穿透其中而形成的穿孔（perforation）且所述一者的相對的二個主表面上形成有電極層，以在不增加薄膜式能量儲存裝置的整體橫向佔用區的情況下增加容量。

圖 8 說明具有垂直堆疊的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置的側視圖，其中將二個第一電極層、二個第二電極層孔及二個分隔件配置為被並聯電性連接的二個能量儲存裝置，以在不增加薄膜式能量儲存裝置的整體橫向佔用區的情況下增加容量。

圖 9 說明具有橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置的側視圖，其中在穿孔式基板的相對的二個表面上形成集電器層及電極層，以在不增加薄膜式能量儲存裝置的整體橫向佔用區的情況下增加容量。

圖 10A 說明具有橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置的電極佈置的平面圖，其中第一電極及第二電極在形狀上為矩形的且具有在橫向方向上交疊的寬度。

圖 10B 說明具有橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置的電極佈置的平面圖，其中第一電極及第二電極在形狀上為矩形的且具有在橫向方向上交疊的長度。

圖 10C 說明具有橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式能量儲

存裝置的電極佈置的平面圖，其中第一電極及第二電極中的每一者具有多個規則地隔開的矩形突出部或指狀物，其中第一電極的矩形突出部或指狀物與第二電極的矩形突出部或指狀物為交織（interlaced）或交錯（interleaved）的，使得其在橫向方向上交替，以增加第一電極與第二電極的交疊邊緣長度。

圖 10D 說明具有橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置的電極佈置的平面圖，其中第一電極及第二電極中的每一者具有多個規則地隔開的圓形突出部或指狀物，其中第一電極的圓形突出部或指狀物與第二電極的圓形突出部或指狀物為交織或交錯的，使得其在橫向方向上交替，以增加第一電極與第二電極的交疊邊緣長度。

圖 10E 說明具有橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置的電極佈置的平面圖，其中第一電極及第二電極中的每一者具有多個規則間隔開的伸長突出部或指狀物，其中第一電極的與第二電極的伸長突出部或指狀物為交織或交錯的，使得其在橫向方向上交疊，以增加第一電極與第二電極的交疊邊緣長度。

圖 11A 說明具有橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置的類似於圖 10E 所說明佈置的電極佈置的平面圖，其中第一電極與第二電極具有約略相同的表面積。

圖 11B 說明具有橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置的類似於圖 10E 所說明佈置的電極佈置的平面圖，其中第一電極與第二電極具有不同的表面積，其中第一電極層與第二電

極層之間的表面積比率是根據活性材料的莫耳比率來加以調整。

圖 12A 說明具有橫向相鄰的集電器及電極層（類似於圖 10E 所說明佈置）的薄膜式能量儲存裝置的製作中在沈積第一集電器及第二集電器之後的階段處的中間結構的平面圖。

圖 12B 說明能量儲存裝置的製作中於在圖 12A 所說明中間結構中所說明的第一集電器之上沈積第一電極層之後的另一階段處的中間結構的平面圖。

圖 12C 說明能量儲存裝置的製作中於在圖 12B 所說明中間結構中所說明的第二集電器之上沈積第二電極層之後的另一階段處的中間結構的平面圖。

圖 12D 說明能量儲存裝置的製作中於在圖 12C 所說明中間結構中所說明的第一電極層及第二電極層之上沈積分隔件之後的另一階段處的中間結構的平面圖。

圖 13 說明根據圖 12A 至圖 12D 所說明製作製程而製作的具有橫向相鄰的集電器及電極層（類似於圖 10E 所說明佈置）的薄膜式能量儲存裝置的剖視圖。

圖 14A 說明具有橫向相鄰的集電器及電極層（所述電極層在垂直方向上具有交疊部分）的薄膜式能量儲存裝置的製作中在沈積各自具有多個規則地隔開的伸長突出部或指狀物的第一集電器及第二集電器之後的階段處的中間結構的平面圖，其中所述伸長突出部或指狀物為交織或交錯的，使得其在橫向方向上交替。

圖 14B 說明能量儲存裝置的製作中於在圖 14A 所說明中間結

構中所說明的第一集電器之上沈積第一電極層之後的另一階段處的中間結構的平面圖。

圖 14C 說明能量儲存裝置的製作中於在圖 14C 所說明中間結構中所說明的第一電極層之上沈積分隔件之後的另一階段處的中間結構的平面圖。

圖 14D 說明能量儲存裝置的製作中於在圖 14C 所說明中間結構中所說明的分隔件之上及第二集電器之上沈積第二電極層之後的另一階段處的中間結構的平面圖。

圖 15 說明根據圖 14A 至圖 14D 所說明製作製程而製作的具有橫向相鄰的集電器及電極層（所述電極層在垂直方向上具有交疊部分）的薄膜式能量儲存裝置的剖視圖。

圖 16 說明具有橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置的製作的各種階段處的中間結構的平面圖，其中所述能量儲存裝置包括被電性串聯連接的三個單元或胞元。所述製作階段包括會形成三個層水平高度的四個印次（impression）。

圖 17 說明具有橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置的側視圖，其中所述能量儲存裝置是根據圖 16 所說明製作製程而製作且包括被電性串聯連接的四個單元或胞元。

圖 18 說明具有橫向相鄰的集電器及電極層（所述電極層在垂直方向上具有交疊部分）的薄膜式能量儲存裝置的製作的各種階段處的中間結構的平面圖，其中所述能量儲存裝置包括被電性串聯連接的三個單元或胞元。所述製作階段包括會形成三個層水平

高度的四個印次。

圖 19 說明具有橫向相鄰的集電器及電極層（所述電極層在垂直方向上具有交疊部分）的薄膜式能量儲存裝置的側視圖，其中所述能量儲存裝置是根據圖 18 所說明製作製程而製作且包括被電性串聯連接的三個單元或胞元。

圖 20 說明具有橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置的製作的各種階段處的中間結構的平面圖，其中第一電極及第二電極中的每一者具有多個規則地隔開的矩形突出部或指狀物，其中第一電極的矩形突出部或指狀物與第二電極的矩形突出部或指狀物為交織或交錯的，使得其在橫向方向上交替。所述能量儲存裝置包括被電性串聯連接的二個單元或胞元且是以會形成三個層水平高度的四個印次來製作。

圖 21 說明具有橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置的製作的各種階段處的中間結構的平面圖及對應剖視圖，其中第一電極及第二電極中的每一者被配置為多個同心環。所述能量儲存裝置包括被電性串聯連接的二個單元或胞元且是以會形成三個層水平高度的四個印次來製作。

圖 22 說明具有橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置的製作的各種階段處的中間結構的平面圖，其中第一電極及第二電極中的每一者被配置為具有多個規則地隔開的伸長突出部或指狀物的多個同心環，其中第一電極的伸長突出部或指狀物與第二電極的伸長突出部或指狀物為交織或交錯的，使得其在圓形

方向上交替，以增加第一電極與第二電極的交疊邊緣長度。所述能量儲存裝置包括被電性串聯連接的二個單元或胞元且是以會形成三個層水平高度的四個印次來製作。

圖 23 說明整合有薄膜式能量儲存裝置的可佩戴型薄膜式電子裝置的平面圖，其中所述能量儲存裝置具有被電性串聯連接的多個單元或胞元。

圖 24 說明具有由單元或胞元形成的陣列的現場可配置型薄膜式能量儲存裝置的平面圖，所述單元或胞元形成於具有穿孔的基板上，以便可電性串聯或並聯連接所期望數目的單元或胞元來達成可定製電壓及容量。

圖 25 說明整合型薄膜式電子裝置的側視圖，所述整合型薄膜式電子裝置中整合有具有橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置、以及具有橫向佈置的電性端子並由所述薄膜式能量儲存裝置供電的薄膜式核心裝置。

圖 26 說明整合型薄膜式電子裝置的側視圖，所述整合型薄膜式電子裝置中整合有具有橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置、以及具有垂直佈置的電性端子並由所述薄膜式能量儲存裝置供電的薄膜式核心裝置。

圖 27 說明整合型薄膜式電子裝置的側視圖，所述整合型薄膜式電子裝置中整合有具有垂直堆疊的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置、以及具有垂直佈置的電性端子並由所述薄膜式能量儲存裝置供電的薄膜式核心裝置。

圖 28 說明薄膜式發光裝置，所述薄膜式發光裝置具有垂直佈置的電性端子且被配置成與本文所述的各種薄膜式能量儲存裝置整合於一起並由所述各種薄膜式能量儲存裝置供電。

圖 29 說明整合型薄膜式電子裝置的側視圖，所述整合型薄膜式電子裝置中整合有具有橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置、以及參照圖 28 所說明的具有垂直佈置的電性端子並由所述薄膜式能量儲存裝置供電的薄膜式發光裝置。

圖 30 說明整合型薄膜式電子裝置的俯視圖，所述整合型薄膜式電子裝置中整合有包括被電性串聯連接的多個單元或胞元的薄膜式能量儲存裝置、以及參照圖 28 所說明的具有垂直佈置的電性端子並由所述薄膜式能量儲存裝置供電的薄膜式發光裝置。

圖 31 說明整合型薄膜式電子裝置的俯視光學影像，所述整合型薄膜式電子裝置中整合有包括被電性串聯連接的多個單元或胞元的薄膜式能量儲存裝置、以及參照圖 28 所說明的具有垂直佈置的電性端子並由所述薄膜式能量儲存裝置供電的薄膜式發光裝置，其中每一單元或胞元的電極中的每一者具有多個規則地隔開的伸長突出部或指狀物。

圖 32 說明處於充電模式的整合型薄膜式電子裝置的側視圖，所述整合型薄膜式電子裝置中整合有具有橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置、以及被配置成為所述薄膜式能量儲存裝置充電/再充電的薄膜式能量收穫裝置。

圖 33 說明處於放電模式的整合型薄膜式電子裝置的側視圖，

所述整合型薄膜式電子裝置中整合有具有橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置、以及被配置成為所述薄膜式能量儲存裝置充電/再充電的薄膜式能量收穫裝置。

圖 34 說明整合型薄膜式電子裝置的側視圖，所述整合型薄膜式電子裝置中整合有具有橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置、以及被配置成為所述薄膜式能量儲存裝置充電/再充電的薄膜式能量收穫裝置。

圖 35 說明薄膜式能量儲存裝置的製造套件，所述製造套件包括具有橫向相鄰的集電器及電極層以及乾燥的分隔件的薄膜式能量儲存裝置、以及被配置成在使用之前將乾燥的分隔件潤濕的單獨地提供的電解質。

【實施方式】

【0023】 雖然以下闡述某些實施例及實例，然而熟習此項技術者應瞭解，本發明擴展超出具體揭露的實施例及/或用途、以及所述實施例及/或用途的顯而易見的潤飾及等效形式。因此，本文所揭露的本發明的範圍不應受以下所述的任何特定實施例限制。

【0024】 如本文所述，印刷或增材製造（additive manufacturing）指代其中以逐層方式對材料進行累積、生長或質量增加以形成二維或三維物體的製程。所添加的材料可包括液體及/或固體。可將所述物體添加或接合至現有組件（例如基板）。

【0025】 一般而言，僅舉幾例，藉由印刷來製造電子裝置相對於

其他技術的優點包括與複雜形狀的形成的相容性、外觀尺寸（form factor）的改良、整體厚度的減小、裝置佔用區的減小、使與其他裝置（例如，薄膜式裝置）的整合容易、撓性、成本的降低、形成大面積結構、大量製造、更低的材料成本、以及能夠與其他高產出量製造製程（例如捲對捲（roll-to-roll）製造）組合。

【0026】 如本文所述，印刷型裝置指代具有下列的裝置：使用印刷製程所印刷的至少一個層或特徵、具有使用印刷製程所印刷的多個特徵或層、或者具有使用印刷製程所印刷的所有特徵或層。

【0027】 在本文所述的各種實施例中，所述的各種裝置及設備的一或多個組件有利地可包括薄膜特徵。薄膜特徵中的一或多者可為印刷特徵。如本文所述，除其他適合的印刷製程之外，適用於形成薄膜特徵的印刷製程包括凹紋印刷（gravure printing）、網版印刷（screen printing）、微影術（lithography）、柔版印刷（flexography）、噴墨印刷、旋轉網版印刷及模板印刷（rotary screen printing and stenciling）。該些印刷製程中的一或多者可與其他大量製造技術（例如，捲對捲處理）組合。對裝置或其組件的某些部分進行印刷可提供各種優點，僅舉幾例，包括厚度減小、尺寸緊湊及減少廢料。印刷型裝置亦可藉由除其他之外能夠將印刷型裝置或其組件堆疊而能夠增加裝置的給定佔用區的功能。不同於使用其他製程所製造的裝置，一些印刷型裝置亦可為撓性的，除其他裝置之外，此可適用於可佩戴型裝置（包括可佩戴型醫療裝置）、顯示器、感測器、智慧卡、智慧封裝、智慧服裝、標牌（signage）、廣告。

【0028】 根據各種實施例，薄膜式能量儲存裝置（ESD）包括形成於基板上的經電性隔開的集電器層。所述集電器層包括：屬於第一類型的第一集電器層，其可為被配置成 ESD 的陽極或陰極中的一者的集電器；以及屬於第二類型的第二集電器層，其可為被配置為 ESD 的陽極或陰極中的另一者的集電器。第一集電器層及第二集電器層可沈積（例如，印刷）於基板的共同表面之上或基板的共同表面上。所述 ESD 另外包括形成（例如，印刷）於屬於第一類型的第一集電器層之上或上方（over or on）的屬於第一類型的第一電極層，例如，陽極或陰極中的一者的層。所述 ESD 另外包括形成（例如，印刷）於屬於第二類型的第二集電器層之上或上方的屬於第二類型的第二電極層，例如，陽極或陰極中的另一者的層。所述 ESD 更包括可形成於第一電極層及第二電極層中的一者或二者之上或者所述一者或二者上以與所述一者或二者接觸的分隔件，例如，印刷分隔件。

【0029】 如本文所述，薄膜式 ESD 可包括一次電池（primary battery）、二次電池（secondary battery）、超電容器、及電池-超電容器混合裝置中的一或多者。當 ESD 包括一次電池時，僅舉幾例，所述 ESD 可被配置為鋅/碳、鋅/鹼性/錳、鎂/二氧化錳、鋅/氧化汞、鎘/氧化汞、鋅/氧化銀、鋅/空氣、鋰/可溶陰極、及鋰/固體陰極的一次電池。當 ESD 包括二次電池時，僅舉幾例，所述 ESD 可被配置為鎳/鐵、銀/鐵、鐵/空氣、鎳/鎘、鎳/金屬氫化物、鎳/鋅、鋅/氧化銀、鋰離子、鋰/金屬、Zn/MnO_2、鋅/空氣、鋁/空氣、鎂/

空氣、及鋰/空氣/鋰/聚合物的二次電池。

【0030】 在一些實施例中，薄膜式 ESD 可包括超電容器，其中二個電極被配置為雙層電容器，二個電極被配置為偽電容器（pseudo capacitor），或者一個電極被配置為雙層電容器而另一電極被配置為偽電容器。在一些實施方案中，薄膜式 ESD 可包括具有對稱的印刷電極的超電容器，其中電極中的每一者例如包含氧化鋅（Zn_xO_y）或氧化錳（Mn_xO_y）。在其他實施方案中，薄膜式 ESD 可包括具有對稱的印刷電極的超電容器，其中電極中的每一者上形成有碳奈米管。在一些實施方案中，薄膜式 ESD 可包括具有非對稱的印刷電極的超電容器，其中電極中的一者例如包含氧化鋅（Zn_xO_y）或氧化錳（Mn_xO_y），而電極中的另一者包含碳奈米管。

【0031】 如本文所述，超電容器（有時亦被稱為超級電容器（ultracapacitor）、電性雙層電容器（electric double layer capacitor，EDLC）或電化學電容器）是相對新穎的能量儲存裝置，其特性在一些態樣上有利地類似於傳統的靜電電容器而在一些其他態樣上類似於傳統的電池（例如，二次電池）。

【0032】 類似於某些電池，超電容器具有由多孔分隔件隔開的陰極或正電極及陽極或負電極，且具有電解質。舉例而言，分隔件可包含能夠滲透離子並浸泡於電解質中的介電材料。在超電容器中，不會發生在電池的充電或放電期間作為電化學反應的一部分自一個電極向另一電極發生的離子傳輸。

【0033】 儘管超電容器在一些態樣（例如，相對快速的充電能力）

上類似於傳統的靜電電容器，然而與傳統的靜電電容器相較，超電容器具有高得多的電容。不同於將能量儲存於由電介質隔開的電極中的傳統靜電電容器，超電容器將能量儲存於陰極與電解質之間的介面及陽極與電解質之間的介面中的一者或二者處。

【0034】 超電容器的電容值可較傳統的靜電電容器高得多。與傳統的靜電電容器相較，一些超電容器具有更低的電壓極限。舉例而言，一些超電容器在操作上被限制於約 2.5 伏至 2.8 伏。一些超電容器可以 2.8 伏及更高的電壓運行。某些此種超電容器可展現出縮短的服務壽命。

【0035】 由於超電容器可較電池快得多地傳輸電荷，因此超電容器通常具有較電池高得多的電源密度。超電容器與電池相較通常具有低得多的內部電阻，且因此，超電容器在快速充電/放電期間不會產生同樣多的熱量。一些超電容器可被充電及放電數百萬次，而諸多二次電池可具有 500 次至 10000 次的顯著更短的典型壽命循環。與電池相較，一些超電容器具有顯著更低的能量密度。一些商業超電容器較商業電池更昂貴（更高的每瓦成本）。

【0036】 由於該些及其他特性，超電容器被用於可能需要多次快速充電/放電循環而非長期能量儲存的應用。舉例而言，僅舉幾例，較大單位的超電容器的應用包括汽車、公共汽車、火車、起重機、及電梯，其中超電容器用於再生制動（regenerative braking）、短期能量儲存、或猝發模式電力遞送（burst-mode power delivery）。較小單位的超電容器的應用包括靜態隨機存取記憶體(static random-

access memory，SRAM）的記憶體備用電源。超電容器的其他當前的或將來的應用包括各種消費型電子產品，包括行動電話、膝上型電腦、電動汽車、以及使用電池的各種其他裝置。由於超電容器與電池相較可快得多地被再充電，因此超電容器對於可自較快速的充電速率（例如，當前電動車輛或行動電話的充電可花費數分鐘而非數小時）受益的裝置而言尤其具有吸引力。

【0037】 在一些裝置中，將超電容器連同電池一起使用，以利用其二者的有利特性。在該些應用中，超電容器是在需要快速充電以滿足短期電源需求時使用，而電池用於提供長期能量。將此二者組合成混合能量儲存裝置可在降低電池應力的同時滿足兩種需求，此又可使電池及超電容器能夠具有更長的服務壽命。

【0038】 在不受限於任何理論的情況下，超電容器可藉由不同的機制（其可包括電性雙層電容及/或偽電容）來儲存能量。雙層電容具有靜電特性，而偽電容具有電化學特性。以下更詳細地闡述所述不同的機制。根據一些實施例，視儲存機制是具有雙層電容特性還是偽電容特性而定，且視超電容器是具有二個相同或對稱的電極還是具有二個不同或非對稱的電極而定，超電容器可被配置為三個不同群組的超電容器中的一者。

【0039】 第一群組的超電容器具有被配置為偽電容器的二個電極，其中所述電極中的每一者包含過渡金屬氧化物（例如，氧化錳或氧化鋅）且被配置成引起偽電容。舉例而言，金屬氧化物可呈奈米結構的形式。第二群組的超電容器具有被配置成 EDLC 的二個

電極，其中所述電極中的每一者包含碳（例如，碳奈米管）且被配置成引起雙層電容。舉例而言，碳可被形成為奈米結構。第三群組的超電容器（其可被稱為混合超電容器）的電極中的一者被配置為EDLC且其電極中的另一者被配置為偽電容器。當作為混合電容器的一部分被包含時，被配置為偽電容器的電極可用作陰極或帶正電的電極，且被配置為EDLC的電極可用作陽極或帶負電的電極。

【0040】 根據各種實施例而製作的 ESD 提供諸多優點。舉例而言，薄膜式ESD的一些效能度量可取決於ESD的各種層的厚度。ESD 的各種層的厚度又會受限於形成所述層所採用的沈積技術。舉例而言，一些薄膜式ESD的容量會受限於含有電極活性材料的電極層的厚度。因可能由膜應力及/或介面能量造成的各層的開裂及/或脫層，ESD的容量會受限於可被可靠地沈積的電極層的厚度。藉由印刷，可使ESD的一或多個層達成相對較厚的層。舉例而言，如藉由本文所述的各種實例所述，可在特徵的多個表面上形成多個被電性連接的印刷層並使其彼此上下堆疊。因此，藉由採用本文所述的各種結構性特徵及製作方法（包括印刷方法），除其他優點之外，根據本文所揭露實施例的薄膜式ESD可具有較高的容量。

【0041】 本文所使用的電極活性材料指代與能量儲存機制在化學上相關聯的電極的組分。舉例而言，在電池中，電極活性材料是參與電化學充電或放電反應的陰極或陽極的組分。在超電容器中，電極活性材料是參與靜電雙層電容（electrostatic double layer capacitance，EDLC）或電化學偽電容的陰極或陽極的組分。

【0042】 對薄膜式 ESD 的一或多個層進行印刷可使得能夠定製 ESD 的操作電流及/或電阻。舉例而言，部分地由於印刷容許單獨層的形狀及厚度具有較高的定製級別，因此 ESD 裝置的可用於電化學反應的電極表面積可較輕易地被定製。對薄膜式 ESD 的一或多個層進行印刷容許將多個 ESD 單元或胞元串聯及/或並聯地電性連接，以定製 ESD 的電壓及/或容量。

【0043】 對薄膜式 ESD 的一或多個層進行印刷可進一步使得能夠減小整合有薄膜式 ESD 的各種薄膜式裝置的整體厚度及/或佔用區。此部分地是由於印刷容許單獨層的形狀及厚度具有較高的定製級別。

【0044】 對薄膜式 ESD 的一或多個層進行印刷可進一步使得能夠減小製程步驟的整體數目。舉例而言，藉由印刷一或多個層，可省略可在消減圖案化技術（subtractive patterning technique）中所採用的一或多個遮蔽步驟。另外，藉由橫向及/或同時印刷不同的層，整體處理步驟的數目可減小。

【0045】 對薄膜式 ESD 的一或多個層進行印刷可進一步達成與由 ESD 供電的薄膜式電子裝置的較高整合度。此可能是由於可使用類似的材料來印刷 ESD 的及由 ESD 供電的電子裝置的不同組件。甚至可同時印刷 ESD 的及電子裝置的一些層。

【0046】 如本文所述，在各種實施例中，ESD 的層中的一些層是印刷而成，而在其他實施例中，ESD 的所有層均是印刷而成。可藉由適合的方法（包括鍍覆、蒸鍍、濺鍍、化學氣相沈積、或任何

其他薄膜沈積技術）來沈積並非被印刷的層。

薄膜式能量儲存裝置中的垂直堆疊式電極配置與橫向相鄰式電極配置

【0047】 一般而言，可基於集電器及/或電極層的相對定向來對薄膜式能量儲存裝置（ESD）（例如，印刷型 ESD）進行分類。第一類別的 ESD 包括具有垂直堆疊的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置，且第二類別的 ESD 包括具有橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置。二種類別的 ESD 可完全印刷於基板上，並且與集電器及/或電極是單獨地形成於例如不同基板上且隨後藉由將該等貼近並在該等之間設置分隔件而整合的 ESD 相較，提供以上所述的各種優點。根據本文所述各種實施例的在基板的同一側上具有橫向相鄰的集電器的 ESD 有利於與其他裝置一起整合於同一基板上，此至少是由於可例如藉由印刷延伸至被整合裝置的導電引線中或接觸所述導電引線的集電器而輕易地形成電性連接。

【0048】 圖 1 說明具有垂直堆疊的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置（ESD）100 的實例。ESD 100 包括上面形成有多層之堆疊的基板 104。所述多層之堆疊包括：屬於第一類型的第一集電器 108，形成於基板 104 之上或上方；屬於第一類型的第一電極層 112，形成於第一集電器 108 之上或上方；分隔件 116，形成於第一電極層 112 之上或上方；屬於第二類型的第二電極層 120，形成於分隔件 116 之上或上方；以及屬於第二類型的第二集電器 124，形成於第二電極層 120 之上或上方。可以五個印刷印次或製程來製作 ESD

100，包括依序印刷第一集電器 108、第一電極層 112、分隔件 116、第二電極層 120、及第二集電器 124。

【0049】 第一電極層 112 具有與第一集電器 108 的橫向尺寸相同或更小的橫向尺寸，使得第一電極層 112 橫向形成於第一集電器 108 的橫向佔用區內。分隔件 116 形成於第一電極層 112 上方，以將第一集電器 108 及第一電極層 112 與第二電極層 120 及第二集電器 124 電性隔開。在所說明實施例中，分隔件 116 在第一側上接觸第一集電器 108、延伸以包封第一電極層 112，且在第二側上延伸，以覆蓋第一集電器 108 的側表面並接觸基板 104。第二電極層 120 具有與分隔件 116 的橫向尺寸相同或更小的橫向尺寸，使得第二電極層 120 在分隔件的橫向佔用區內橫向延伸。第二集電器 124 覆蓋第二電極層，且垂直延伸以覆蓋第二電極層 120 的及分隔件 116 的側表面並接觸基板 104。

【0050】 儘管為清晰起見而未示出，然而在本文所揭露的各種實施例中，第一集電器 108 可電性連接至其他導電結構，例如，欲由 ESD 100 供電的電子裝置的印刷電路圖案或第一電性端子，且第二集電器 124 可電性連接至其他導電結構，例如，欲由 ESD 100 供電的裝置的印刷電路圖案或第二電性端子。另外，儘管為清晰起見而未示出，然而在本文所揭露的各種實施例中，如此形成的 ESD 可由保護層或結構或者鈍化層或結構覆蓋或包封。

【0051】 仍參照圖 1，在操作中，當在第一集電器 108 與第二集電器 124 之間施加電壓時，可經由分隔件 116 在第一電極層 112

與第二電極層 120 之間交換離子，藉此將 ESD 100 充電或放電。有利地，離子交換的相當大部分或主要部分可在第一電極層 112 與第二電極層 120 的交疊部分之間沿垂直方向發生。因此，第一電極層 112 與第二電極層 120 之間的交疊面積愈大可引起充電/放電期間愈高的電流，可引起愈低的電阻、愈高的功率、及/或愈短的充電時間。

【0052】 如本文所述，屬於第一類型的集電器指代正集電器或負集電器中的一者，且屬於第二類型的集電器指代正集電器或負集電器中的另一者。類似地，屬於第一類型的電極指代正電極或負電極中的一者、或者陰極或陽極中的一者，且屬於第二類型的電極指代正電極或負電極中的另一者、或者陰極或陽極中的另一者。如本文所述，正集電器及電極對應於陰極，且負集電器及電極對應於陽極。因此，在圖 1 中，第一集電器 108 及第一電極層 112 可分別為正集電器或負集電器中的一者及正電極或負電極中的一者，且第二集電器 124 及第二電極 120 可分別為正集電器或負集電器中的另一者及正電極或負電極中的另一者。

【0053】 圖 2A 說明根據實施例具有橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式 ESD 200 的實例的側視圖。圖 2B 說明圖 2A 所說明印刷型能量儲存裝置的電極層的平面圖。類似於參照圖 1 所說明的 ESD 100，ESD 200 包括基板 104、第一集電器 108、第二集電器 124、第一電極層 112、第二電極層 120、及分隔件 116。不同於圖 1 中所說明的 ESD 100，在 ESD 200 中，第一集電器 108 及第二集電

器 124 彼此橫向相鄰地形成於基板 104 之上或上方，且在橫向方向上由間隙 210 隔開，而非如在以上參照圖 1 所述的 ESD 100 中那樣垂直隔開。第一電極層 112 形成於第一集電器 108 之上或上方，且第二電極層 120 形成於第二集電器 124 之上或上方。因此，第一電極層 112 及第二電極層 120 亦彼此橫向相鄰地設置，且在橫向方向上由間隙 210 隔開，而非垂直隔開。分隔件 116 形成於第一電極層 112 及第二電極層 120 之上或上方，以將第一電極層 112 與第二電極層 120 電性隔開。

【0054】 第一電極層 112 具有與第一集電器 108 的橫向尺寸約略相同或更小的橫向尺寸，使得第一電極層 112 橫向形成於第一集電器 108 的佔用區內。類似地，第二電極層 120 具有與第二集電器 124 的橫向尺寸約略相同或更小的橫向尺寸，使得第二電極層 120 橫向形成於第二集電器 124 的佔用區內。分隔件 116 形成於第一集電器 108 的第一側表面及第二側表面之上或上方（例如，接觸第一集電器 108 的第一側表面及第二側表面）並包封第一電極 112，且形成於第二集電器 124 的第一側表面及第二側表面之上或上方（例如，接觸第二集電器 124 的第一側表面及第二側表面）並包封第二電極層 120。分隔件 116 填充形成在第一電極層 112 與第二電極層 120 之間的間隙 210，藉此將第一電極層 112 的與第二電極層 120 的在橫向方向上彼此面向的側表面電性隔開。分隔件 116 亦填充形成在第一集電器 108 與第二集電器 124 之間的間隙 210 的部分，藉此將第一集電器 108 的與第二集電器 124 的彼此面向

的側表面電性隔開。

【0055】 仍參照圖 2A 及圖 2B，在操作中，當在第一集電器 108 與第二集電器 124 之間施加電壓時，可經由分隔件 116 在第一電極層 112 與第二電極層 120 之間交換離子，藉此將 ESD 200 充電或放電。不同於 ESD 100（圖 1），由於第一電極層 112 與第二電極層 120 的橫向佈置，離子交換的相當大部分或主要部分可在橫向方向上發生。離子交換可在第一電極層 112 的與第二電極層 120 的側表面及頂表面之間發生。各側表面之間及各頂表面之間的離子電流的相對量可依據各層的厚度（及各側表面之間的交疊面積）以及各頂表面的面積而變化。當各側表面之間的交疊面積為相對大時，例如，離子交換的相當大部分或主要部分可跨間隙 210 而在第一電極層 112 的與第二電極層 120 的彼此面向的側表面的交疊部分之間發生。

【0056】 當 ESD 200 的一或多個層是印刷而成時，製作 ESD 200 的方法包括在共同基板 104 之上或上方沈積（例如，印刷）橫向相鄰且電性隔開的第一集電器 108 及第二集電器 124。第一集電器層 108 及第二集電器層 124 可被同時印刷，且可由相同材料形成。在印刷第一集電器 108 及第二集電器 124 之後，分別在相應的集電器 108 及 124 之上或上方沈積（例如，印刷）第一電極層 112 及第二電極層 120。在印刷第一電極 112 及第二電極 120 之後，在第一電極層 112 及第二電極層 120 之上或上方沈積（例如，印刷）分隔件 116。當第一集電器層 108 及第二集電器層 124 被同時印刷

時，可以四個沈積步驟或印刷印次來製作所說明的 ESD 200，包括同時印刷第一集電器 108 及第二集電器 124、印刷第一電極層 112、印刷第二電極層 120、以及印刷分隔件 116。

【0057】 因此，與製作如圖 1 所說明具有垂直堆疊的電極的 ESD 100 的方法相較且與在製作圖 1 所說明的 ESD 100 時所使用的五個製程步驟或印刷印次相較，可在更少的製程步驟中（例如，在少至四個製程步驟或印刷印次中）有利地製作（例如，印刷）具有橫向設置的電極的 ESD 200。

【0058】 集電器的厚度可依據應用而變化。舉例而言，在一些實施方案中，為達成較低的電阻，可期望具有較厚的第一集電器 108 及第二集電器 124。在一些實施方案中，為提供較高的容量，可期望具有較厚的第一電極層 112 及第二電極層 120。在 ESD 200 中，愈厚的電極層 112、120 亦可提供愈高的電流能力。

【0059】 在本文所述的各種實施例中，單獨的層中的每一者或整個 ESD 可具有處於以下範圍中的厚度：1 微米至 10 微米、10 微米至 50 微米、50 微米至 100 微米、100 微米至 200 微米、200 微米至 300 微米、300 微米至 400 微米、400 微米至 500 微米、500 微米至 600 微米、600 微米至 700 微米、700 微米至 800 微米、800 微米至 900 微米、900 微米至 1000 微米、1000 微米至 1200 微米、1200 微米至 1400 微米、1400 微米至 1600 微米、1600 微米至 1800 微米、1800 微米至 2000 微米、或者處於由該些值中的任一者界定的範圍中的厚度。

【0060】 應瞭解，垂直電極佈置（例如，圖 1 中的 ESD 100）與橫向電極佈置（例如，圖 2A 至圖 2B 中的 ESD 200）提供相同或不同的優點。如上所述，與 ESD 100（圖 1）相較，ESD 200（圖 2A 至圖 2B）可以相對更少的製程步驟來製作且可更薄。另一方面，在相同的容量及電流下，與 ESD 200（圖 2A 至圖 2B）相較，ESD 100（圖 1）可具有更小的橫向佔用區。與 ESD 100（圖 1）相較，ESD 200 可有利地被允許具有更低的整體裝置厚度及/或在類似的整體厚度下具有相對更厚的單獨層，乃因垂直堆疊層的整體數目更低可降低在介面處發生開裂及/或脫層的風險。另一方面，與 ESD 100（圖 1）相較，因各電極之間相對更小的交疊，ESD 200（圖 2A 至圖 2B）可具有相對更低的電流能力。在以下，闡述旨在將由參照圖 1 及圖 2A/圖 2B 所說明的二種不同類型的 ESD 提供的優點最佳化的各種其他實施例及其組件。與 ESD 100（圖 1）相較，ESD 200（圖 2A）的第二集電器 124 不具有自基板 104 延伸的相對長的垂直部分，此可減小 ESD 200 的整體電阻。另外，當 ESD 100 的垂直高度是相對高時，可設置機械支撐層（圖 1 中未示出），以支撐 ESD 100 的第二集電器 124 的垂直部分，而在 ESD 200 中有利地不需要如此。

用於製作薄膜式能量儲存裝置的印刷方法

【0061】 可由含有組件材料的油墨來印刷本文所揭露的 ESD 的一或多個層。可使用適合的印刷技術來印刷一或多個層或者整個 ESD 裝置。除其他適合的印刷技術之外，可用於印刷所述一或多

個層的示例性印刷製程包括塗佈（coating）、輥壓（rolling）、噴塗（spraying）、成層（layering）、旋轉塗佈（spin coating）、積層（lamination）及/或貼附（affixing）製程，例如，網版印刷、噴墨印刷、電光印刷(electro-optical printing)、電子油墨印刷(electroink printing)、光阻劑印刷及其他抗蝕劑印刷（photoresist and other resist printing）、熱印刷（thermal printing）、雷射噴射印刷（laser jet printing）、磁性印刷（magnetic printing）、移印（pad printing）、柔版印刷（flexographic printing）、混合偏置微影術（hybrid offset lithography）、凹版印刷及其他凹紋印刷（gravure and other intaglio printing）、模縫沈積（die slot deposition）。

【0062】 可藉由以下來製備用於印刷本文所揭露 ESD 的一或多個層的油墨：組合各種油墨組分（包括和 ESD 與適合的溶劑及/或黏結劑的電化學反應相關聯的各種活性材料），並使用適合的技術進行混合，僅舉幾例，例如使用攪拌棒進行混合、利用磁攪拌器進行混合、渦流形成（使用渦流機）、搖動（使用搖動器）、行星式離心混合（planetary centrifugal mixing）、旋轉、三輥研磨（three roll milling）、球磨（ball milling）、音波作用（sonication）、以及使用研缽及研杵進行混合。

【0063】 在使用油墨印刷所述一或多個層之後，可使用包括乾燥/固化製程在內的一或多個印刷後製程來處理所述一或多個層，除其他技術之外，所述乾燥/固化製程包括短波紅外線(infrared，IR)輻射、中波 IR 輻射、傳統熱風烘箱、電子束固化、紫外線(ultraviolet，

UV）固化、及近紅外線輻射。

薄膜式能量儲存裝置的各層的組成及材料

【0064】 在下文中，闡述根據實施例的薄膜 ESD 的各種層的組成、材料及結構。

【0065】 薄膜式 ESD 包括形成（例如，印刷）於基板 104 上的各種層。基板可由除其他屬性之外可具有例如以下等屬性的適合材料形成：撓性或剛性、導熱或絕熱、光學透明或不透明、或者有機或無機。當第一集電器 108 及第二集電器 124 直接形成於基板 104 上時，基板 104 由充分電性絕緣的材料形成，使得第一集電器 108 與第二集電器 124 不被電性短接或者使得第一集電器 108 與第二集電器 124 之間的洩漏電流為充分低的。如本文所述，電性絕緣材料指代在普通的操作條件下以熱方式、以電性方式或以光學方式產生的電子載子（例如電子及電洞）可被忽略且不包括例如矽等半導體材料的材料。然而，基板 104 可包括表面區已例如藉由在形成第一集電器 108 及第二集電器 124 之前於半導電基板或導電基板上形成絕緣層或塗層而變得充分電性絕緣以使得第一集電器 108 及第二集電器 124 不被電性短接的導電材料或半導電材料。

【0066】 可作為基板 104 的一部分而包含的適合材料類別包括但不限於聚合材料、紡織品類材料、裝置、金屬材料、半導體材料、或纖維素類材料。基板 104 的具體實例包括例如塑膠（例如，聚酯、聚醯亞胺、聚碳酸酯）、介電質（例如，金屬氧化物、金屬氮化物、金屬碳化物）、聚酯膜（例如，美拉（Mylar））、聚碳酸酯膜、

半導體（例如，矽）、導體（例如，鋁箔、銅箔、不銹鋼箔）、碳發泡體、或紙（例如，石墨紙、石墨烯紙、硬紙板、塗層紙（例如塗佈有塑膠的紙）、及/或纖維紙）、或其組合等等。

【0067】 根據各種實施例，第一電極層 112 可為陰極或陽極中的一者，且第二電極層 120 可包括陰極或陽極中的另一者。能量儲存裝置的陰極可包含陰極電極活性材料，例如含銀材料或含錳材料。舉例而言，陰極可包含氧化銀（I）（Ag_2O）、氧化銀（I、III）（AgO）、包含氧化銀（I）（Ag_2O）與氧化錳（IV）（MnO_2）的混合物、氧化錳（II、III）（Mn_3O_4）、氧化錳（II）（MnO）、氧化錳（III）（Mn_2O_3）、及/或氧氫氧化錳（manganese oxyhydroxide，MnOOH）、包含氧化銀（I）（Ag_2O）與氧氫氧化鎳（nickel oxyhydroxide，NiOOH）的混合物、氧化銀鎳（$AgNiO_2$）、其組合等等。能量儲存裝置的陽極可包含陽極電極活性材料，例如鋅、鎘、鐵、鎳、鋁、金屬水合物、氫、其組合等等。在一些實施例中，陽極可包含鋅粉。

【0068】 在一些實施例中，本文所揭露的薄膜式 ESD 可包括非水性電解質例如作為第一電極層 112、第二電極層 120 或分隔件 116 中的一或多者的一部分。除其他有機電解質之外，非水性電解質又可包括基於以下者的有機電解質：乙腈、碳酸伸丙酯、碳酸伸乙酯、碳酸二乙酯、碳酸二甲酯、乙酸乙酯、1,1,1,3,3,3-六氟丙-2-醇、己二腈、1,3-亞硫酸伸丙酯、碳酸伸丁酯、γ-丁內酯、γ-戊內酯、丙腈、戊二腈、甲氧基乙腈、3-甲氧基丙腈、N,N-二甲基甲醯

胺、N,N-二甲基乙醯胺、N-甲基吡咯啶酮、N-甲基噁唑啶酮、N,N”-二甲基咪唑啉酮（N,N”-dimethylimidazolininone）、硝基甲烷、硝基乙烷、磺酸鹽、3-甲基磺酸鹽、二甲基亞碸、三甲基磷酸鹽、或其混合物。

【0069】 在一些實施例中，電解質可包括離子液體。如本文所述，離子液體是基本上由離子組成且在低於 100℃的溫度下為液體的有機熔鹽。離子液體具有陽離子及陰離子。根據實施例的離子液體可包含由以下的陽離子清單及陰離子清單而成的任何組合。

【0070】 離子液體的陽離子可包括以下中的一或多者：丁基三甲基銨、1-乙基-3-甲基咪唑鎓、1-丁基-3-甲基咪唑鎓、1-甲基-3-丙基咪唑鎓、1-己基-3-甲基咪唑鎓、膽鹼、乙基銨、三丁基甲基鏻、三丁基(十四烷基)鏻、三己基(十四烷基)鏻、1-乙基-2,3-甲基咪唑鎓、1-丁基-1-甲基吡啶鎓、二乙基甲基銃、1-甲基-3-丙基咪唑鎓、1-乙基-3-甲基咪唑鎓、1-甲基-1-丙基吡啶鎓、1-丁基-2-甲基吡啶鎓、1-丁基-4-甲基吡啶鎓、1-丁基-1-甲基吡咯啶鎓、二乙基甲基銃、或其組合。

【0071】 離子液體的陰離子可包括以下中的一或多者：參(五氟乙基)三氟磷酸根、三氟甲磺酸根、六氟磷酸根、四氟硼酸根、乙基硫酸根、二甲基磷酸根、三氟甲磺酸根（trifluoromethanesulfonate）、甲磺酸根、三氟甲磺酸根（triflate）、三氰基甲烷化物、二丁基磷酸根、雙(三氟甲磺醯基)醯亞胺、雙-2,4,4-(三甲基戊基)亞膦酸根、碘化物、氯化物、溴化物、硝酸根、

或其組合。

【0072】 在一些實施例中，電解質可更包括電解質鹽，其可為有機系、酸系、鹼系或無機系。舉例而言，可作為電解質的一部分而包含的有機鹽包括以下中的一或多者：四氟硼酸四乙基銨、二氟(草酸)硼酸四乙基銨、四氟硼酸甲基銨、四氟硼酸三乙基甲基銨、四氟硼酸二甲基二乙基銨、四氟硼酸三乙基甲基銨、四氟硼酸四丙基銨、四氟硼酸甲基三丁基銨、四氟硼酸四丁基銨、四氟硼酸四己基銨、四氟硼酸四甲基銨、四氟硼酸四乙基鏻、四氟硼酸四丙基鏻、四氟硼酸四丁基鏻、或其組合。

【0073】 可作為電解質的一部分而包含的酸系電解質包括 H_2SO_4、HCl、HNO_3、$HClO_4$的一或多者、其組合等等。

【0074】 可作為電解質的一部分而包含的鹼系電解質包括 KOH、NaOH、LiOH、NH_4OH 的一或多者、其組合等等。

【0075】 可作為電解質的一部分而包含的無機系鹽包括 LiCl、Li_2SO_4、$LiClO_4$、NaCl、Na_2SO_4、$NaNO_3$、KCl、K_2SO_4、KNO_3、$Ca(NO_3)_2$、$MgSO_4$、$ZnCl_2$、$Zn(BF_4)_2$、$ZnNO_3$的一或多者、其組合等等。

【0076】 各實施例並非僅限於有機電解質或離子液體。在其他實施例中，根據實施例的 ESD 包含基於水的水性電解質。

【0077】 在一些實施例中，可向電解質中添加低黏度添加劑。可作為電解質的一部分而包含的低黏度添加劑包括以下中的一或多者：水；醇類，例如甲醇、乙醇、N-丙醇（包括 1-丙醇、2-丙醇（異

丙醇（isopropanol）或 IPA）、1-甲氧基-2-丙醇）、丁醇（包括 1-丁醇、2-丁醇（異丁醇））、戊醇（包括 1-戊醇、2-戊醇、3-戊醇）、己醇（包括 1-己醇、2-己醇、3-己醇）、辛醇、N-辛醇（包括 1-辛醇、2-辛醇、3-辛醇）、四氫糠醇（tetrahydrofurfuryl alcohol，THFA）、環己醇、環戊醇、萜品醇；內酯類，例如丁內酯；醚類，例如甲乙醚、乙醚、乙基丙基醚及聚醚；酮類，包括二酮及環酮，例如環己酮、環戊酮、環庚酮、環辛酮、丙酮、二苯甲酮、乙醯丙酮、苯乙酮、環丙酮、異佛爾酮、甲基乙基酮；酯類，例如乙酸乙酯、己二酸二甲酯、丙二醇單甲醚乙酸酯、戊二酸二甲酯、琥珀酸二甲酯、乙酸甘油酯、羧酸酯；碳酸酯類，例如碳酸伸丙酯；多元醇類（或液體多元醇類）、甘油類（glycerols）及其他聚合多元醇類或二醇類，例如甘油（glycerin）、二元醇、三元醇、四元醇、五元醇、乙二醇類、二乙二醇類、聚乙二醇類、丙二醇類、二丙二醇類、二醇醚類、二醇醚乙酸酯類、1,4-丁二醇、1,2-丁二醇、2,3-丁二醇、1,3-丙二醇、1,4-丁二醇、1,5-戊二醇、1,8-辛二醇、1,2-丙二醇、1,3-丁二醇、1,2-戊二醇、乙基己二醇（etohexadiol）、對薄荷烷-3,8-二醇、2-甲基-2,4-戊二醇；四甲基脲、n-甲基吡咯啶酮、乙腈、四氫呋喃（tetrahydrofuran，THF）、二甲基甲醯胺（dimethyl formamide，DMF）、N-甲基甲醯胺（N-methyl formamide，NMF）、二甲基亞碸（dimethyl sulfoxide，DMSO）；亞硫醯氯（thionyl chloride）；磺醯氯、或其組合。除了其他優點之外，低黏度添加劑可在印刷時提高電解質的鋪展速度。應瞭解，所揭露的添加劑可與本文所述的各種

印刷電化學反應物組合而為實質上電化學穩定的。

【0078】 在一些實施例中，電解質包括界面活性劑。舉例而言，界面活性劑可為非離子性的。可作為電解質的一部分而包含的非離子性界面活性劑包括以下中的一或多者：鯨蠟醇、硬脂醇及鯨蠟硬脂醇、油醇、聚氧乙二醇烷基醚、八乙二醇單十二烷基醚、糖苷烷基醚、癸基糖苷、聚氧乙二醇辛基酚醚、特瑞通（Triton®） X-100（由西格瑪-奧德裡奇公司（Sigma-Aldrich®）出售）、壬苯醇醚-9（nonoxynol-9）、月桂酸甘油酯、聚山梨醇酯、泊洛沙姆類（poloxamers）、或其組合。除了其他優點之外，界面活性劑可在印刷時提高電解質的鋪展速度。應瞭解，所揭露的添加劑可與本文所述的各種印刷電化學反應物組合而為實質上電化學穩定的。

【0079】 在一些實施例中，分隔件可包含填充劑材料（filler material）。除其他填充劑材料之外，填充劑材料可包括以下中的一或多者：矽藻外殼（diatom frustule）、沸石、纖維素纖維、玻璃纖維、氧化鋁、矽膠、碳分子篩、天然黏土類固體、聚合吸收劑、或其組合。

【0080】 在一些實施例中，分隔件可包含聚合物黏結劑。聚合物黏結劑可包括以下中的一或多者：聚合物（或等同地，聚合前驅物或可聚合前驅物），例如聚乙烯吡咯啶酮（polyvinyl pyrrolidone，PVP）、聚乙烯醇（polyvinyl alcohol，PVA）、聚偏二氟乙烯、聚偏二氟乙烯-三氟乙烯、聚四氟乙烯、聚二甲基矽氧烷、聚乙烯、聚丙烯、聚環氧乙烷、聚環氧丙烷、聚乙二醇六氟丙烯、聚(對酞酸

乙二酯)(polyethylene terephthalate)、聚丙烯腈(polyacrylonitrile)、聚乙烯丁醛、聚乙烯基己內醯胺、聚氯乙烯；聚醯亞胺聚合物及共聚物（包括脂族、芳族及半芳族聚醯亞胺）、聚醯胺、聚丙烯醯胺、丙烯酸酯及(甲基)丙烯酸酯聚合物及共聚物（例如聚甲基丙烯酸甲酯）、聚丙烯腈、丙烯腈丁二烯苯乙烯、烯丙基甲基丙烯酸酯、聚苯乙烯、聚丁二烯、聚對苯二甲酸丁二醇酯、聚碳酸酯、聚氯丁二烯（polychloroprene）、聚醚碸、尼龍、苯乙烯-丙烯腈樹脂；聚乙二醇、黏土（例如鋰基膨潤石（hectorite）黏土、格拉麥特膨潤土（garamite）黏土、有機改質的黏土）；醣類及多醣類，例如瓜爾膠、黃原膠、澱粉、丁基橡膠、瓊脂、果膠；纖維素及改質的纖維素，例如羥甲基纖維素、甲基纖維素、乙基纖維素、丙基甲基纖維素、甲氧基纖維素、甲氧基甲基纖維素、甲氧基丙基甲基纖維素、羥丙基甲基纖維素、羧甲基纖維素、羥乙基纖維素、乙基羥乙基纖維素、纖維素醚、纖維素乙醚、殼聚糖、或其組合。

【0081】 應瞭解，儘管為清晰起見而未說明，然而可在本文所揭露的各種 ESD 的頂部上形成保護膜，以為 ESD 提供機械性、電性及化學性保護以免受外界影響。所述保護膜可例如是積層或印刷而成。儘管為簡潔起見而未論述 ESD 的封裝，然而應瞭解，所述封裝形成薄膜式 ESD 的一體部分且因此形成成品的一部分。

薄膜式能量儲存裝置配置

【0082】 如以上參照圖 1 及圖 2A/圖 2B 所述，薄膜式 ESD 包括二種通用類型，即具有垂直堆疊的電極層及集電器的薄膜式 ESD

（例如以上參照圖 1 所述的示例性 ESD 100）、以及具有橫向相鄰的集電器及電極的薄膜式 ESD（例如以上參照圖 2A/圖 2B 所述的示例性 ESD 200）。如上所述，所述二種通用類型的薄膜式 ESD 中的每一者可相對於所述二種類型的薄膜式 ESD 中的另一者具有某些優點。舉例而言，具有橫向設置的集電器及電極的 ESD 可有利於能夠以更少數目的印次或製程步驟被印刷且適應電極及/或集電器的更大層厚度。另一方面，具有垂直設置的電極層及集電器的 ESD 可因相對的各電極層之間的交疊面積更大且離子在所述電極層之間的行進距離更短而有利於達成更高電流能力。在下文中，揭露所述二種通用類型的薄膜式 ESD 的各種實施例，所述實施例可部分地基於其組件層的實體佈置而提供該些及其他優點。

【0083】 在各種薄膜式 ESD 中，可出於數個原因而將在極性相反的電極活性材料之間的電極活性材料的相對體積及/或相對質量調整成不同的。舉例而言，在涉及電化學反應的例如電池等薄膜式 ESD 中，第一電極活性材料與第二電極活性材料（例如，陰極活性材料與陽極活性材料）的相對量可基於構成 ESD 的基礎的電化學反應而被調整成不同的。舉例而言，在參與電化學反應的第一電極活性材料與第二電極活性材料的量之間的比率在莫耳基礎上是約 1:1 的薄膜式 ESD 中，第一電極活性材料及第二電極活性材料可在莫耳基礎上以約 1:1 的比率設置於各自的電極層中。然而，在參與電化學反應的第一電極活性材料與第二電極活性材料的量的比率在莫耳基礎上大於/小於 1:1 的薄膜式 ESD 中，或者因第一電

極活性材料與第二電極活性材料之間的各種其他結構性差異及材料差異，第一電極活性材料與第二電極活性材料的相對體積及/或相對質量可被調整成顯著不同的。在各種實施例中，可藉由調整電極的面積及/或厚度來調整電極活性材料的體積及/或質量。圖 3A 及圖 3B 說明可藉由至少調整第一電極層 112 的及第二電極層 120 的表面積來調整第一電極層 112 的及第二電極層 120 的活性材料的體積及/或質量的薄膜式 ESD 300。

【0084】 圖 3A 說明具有非對稱橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置 300 的側視圖，其中第一電極層與第二電極層之間的表面積比率是根據各活性材料的莫耳比率來加以調整。圖 3B 說明圖 3A 所說明薄膜式能量儲存裝置的電極層的平面圖。類似於參照圖 2A 及圖 2B 所說明的 ESD 200，ESD 300 包括彼此橫向相鄰地形成於基板 104 上且在橫向方向上由間隙 210 隔開的第一集電器 108 及第二集電器 124。ESD 300 另外包括分別形成於第一集電器 108 及第二集電器 124 之上或第一集電器 108 及第二集電器 124 上方且亦彼此橫向相鄰地形成並在橫向方向上由間隙 210 隔開的第一電極層 112 及第二電極層 120。分隔件 116 形成於第一電極 112 及第二電極 120 之上或第一電極 112 及第二電極 120 上方。然而，不同於圖 2A 及圖 2B 所示 ESD 200，第一電極層 112 的與第二電極層 120 的橫向佔用區或表面積為不同且非對稱的。具體而言，如上所述，第一電極層 112 的與第二電極層 120 的表面積的比例是根據基礎電化學反應且根據第一電極的與第二電極

的電極活性材料（例如，陰極活性材料與陽極活性材料）的化學計量比率（stoichiometric ratio）來加以調整。舉例而言，當基礎電化學反應中所涉及的第一電極活性材料與第二電極活性材料（例如，陰極活性材料與陽極活性材料）的量的比率在莫耳基礎上是 1:1 時，含有第一電極活性材料的第一電極層 112 的第一體積 V_1 與含有第二電極活性材料的第二電極層 120 的第二體積 V_2 之間的比率 V_1/V_2 可與第一電極活性材料的第一莫耳質量 m_1 對第二電極活性材料的第二莫耳質量 m_2 的比率 m_1/m_2 成比例，且與第二電極活性材料的第二密度 ρ_2 對第一電極活性材料的第一密度 ρ_1 的比率 ρ_2/ρ_1 成比例。為調整比率 V_1/V_2，在一些實施方案中，在使第一電極層 112 的及第二電極層 120 的厚度保持相對恆定的同時調整第一電極層 112 的及第二電極層 120 的表面積。在該些實施方案中，當電化學反應中所涉及的第一電極活性材料與第二電極活性材料（例如，陰極活性材料與陽極活性材料）的比率在莫耳比率基礎上是 1:1 時，在其中第一電極層 112 及第二電極層 120 可被近似為具有大致相同的厚度的矩形板條（slab）的幾何形狀中，第一電極層 112 的第一表面積 A_1 與第二電極層 120 的第二表面積 A_2 之間的比率 A_1/A_2 可與比率 m_1/m_2 及比率 ρ_2/ρ_1 成比例。

【0085】 仍參照圖 3A/圖 3B，第一電極層包含第一電極活性材料，且第二電極層包含第二電極活性材料，其中第一電極活性材料與第二電極活性材料之間的莫耳比率介於 0.1 與 0.4 之間、0.4 與 0.7 之間、0.7 至 1.0 之間、1.0 至 1.3 之間、1.3 至 1.6 之間、1.6 至 1.9

之間、1.9 至 2.2 之間、2.2 至 2.5 之間、2.5 至 2.8 之間、2.8 至 3.1 之間、3.1 至 3.4 之間、3.4 至 3.7 之間、3.7 至 4.0 之間、4.0 至 4.3 之間、或者處於由該些值中的任一者界定的範圍中，其中所述莫耳比率可對應於 ESD 的基礎電化學反應。舉例而言，作為說明性實例，當 ESD 包括了第一電極活性材料包括鋅且第二電極活性材料包括 MnO_2 的鹼性電池時，第一電極活性材料與第二電極活性材料之間的莫耳比率可標稱地為約 0.5，例如，介於約 0.4 與 0.7 之間。在另一說明性實例中，當 ESD 包括了第一電極活性材料包括鋅且第二電極活性材料包括 Ag_2O 的鹼性電池時，第一電極活性材料與第二電極活性材料之間的莫耳比率可標稱地為約 1.0，例如，介於約 0.7 與 1.3 之間。

【0086】 在涉及電化學反應的例如電池等各種薄膜式 ESD 中，可期望在將沈積步驟或印刷印次的數目限制為低（例如，四個步驟或印次）的同時縮短基礎電化學反應中所涉及的離子在第一電極層 112 的與第二電極層 120 的電極活性材料之間的行進距離。亦可期望於在能夠如上參照圖 3A 所述調整電極活性材料的體積方面保持自由度的同時增加第一電極層 112 與第二電極層 120 之間的交疊面積以增加電流。根據實施例，為解決該些及其他需求，ESD 可被配置為參照圖 4 所說明的薄膜式 ESD 400。圖 4 說明具有橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式 ESD 400 的側視圖，所述電極層在垂直方向上具有交疊部分。類似於參照圖 3A/圖 3B 所說明的 ESD 300，ESD 400 包括形成於基板 104 之上或基板 104 上且

相鄰地設置並在橫向方向上由間隙隔開的第一集電器 108 及第二集電器 124。亦類似於 ESD 300（圖 3A、圖 3B），ESD 400 具有形成於第一集電器 108 之上的第一電極層 112。然而，不同於圖 3A/圖 3B 中所說明的 ESD 300，在 ESD 400 中，在形成第二電極層 120 之前先在第一電極層 112 及第一集電器 108 上方或第一電極層 112 及第一集電器 108 之上形成分隔件 116，同時使第二集電器 124 的一部分暴露出以在上面形成第二電極層 120。此後，在分隔件 116 之上及第二集電器 124 之上形成第二電極層 120。第二電極層 120 包括沿垂直方向自第二集電器 124 延伸的基礎部分 120B、以及沿橫向方向自所述基礎部分橫向延伸以與第一電極層 112 交疊的橫向延伸部分 120A。基礎部分 120B 及橫向延伸部分 120A 直接接觸分隔件 116 的垂直表面及橫向表面。ESD 400 的電極配置提供各種優點。

【0087】 在操作中，當在第一集電器 108 與第二集電器 124 之間施加電壓時，可經由分隔件 116 在第一電極層 112 與第二電極層 120 之間交換離子，藉此將 ESD 400 充電或放電。有利地，離子交換的相當大部分或主要部分可在第一電極層 112 與第二電極層 120 的交疊部分之間沿垂直方向發生。因此，有利地，以與如上參照圖 1 所示 ESD 100 所述的方式類似的方式，可控制第一電極 112 與第二電極 120 之間的交疊面積以調整充電/放電期間離子電流的量。舉例而言，藉由使第二電極層 120 的橫向延伸部分 120A 與第一電極層 112 實質上橫向交疊，第一電極層 112 與第二電極層 120 之

間可用於離子傳導的交疊面積可對應地增加，藉此為 ESD 400 達成更高的電流、更高的功率及/或更快速的充電。

【0088】 除更高的離子電流以外，ESD 400 的電極配置亦可有利地容許根據 ESD 400 的基礎電化學反應中所涉及的相應電極活性材料的化學計量比率來對第一電極層 112 的及第二電極層 120 的相對量或相對體積進行靈活調整。舉例而言，視形成於第一集電器 108 上的第一電極層 112 的體積（面積及厚度）而定，可藉由調整基礎部分 120B 的寬度（w_1）404 以及橫向延伸部分 120A 的厚度（t_1）408 來調整第二電極層 120 的量。

【0089】 發明人已發現，可藉由調整基礎部分 120B 的寬度（w_1）404 與橫向延伸部分 120A 的厚度（t_1）408 之間的比率來將 ESD 400 的電極配置最佳化，以增強第一電極層 108 與第二電極層 120 之間的離子傳導以及第二電極 120 中的電子傳導。在各種實施例中，用於獲得本文所述的各種所期望操作參數（包括 ESD 的電流及電壓）的有效比率 w_1/t_1 可處於由 1:1、2:1、3:1、4:1、5:1、6:1、7:1、8:1、9:1 及 10:1 或更大比率中的任二者界定的範圍中。

【0090】 如上所述，除其他之外，ESD 的容量可取決於電極層的體積。一種增加容量的方式是在給定厚度下藉由增加電極層的覆蓋面積而增加電極層的體積。然而，由於增加一些薄膜式 ESD（例如，具有橫向相鄰的電極層的 ESD，例如以上參照圖 2A/圖 2B 所述的 ESD 200）的覆蓋面積會直接增加整體裝置佔用區，因此增加電極層的覆蓋面積可能並非合意或實際的。一種在不增加整體裝

置佔用區的情況下增加電池容量的方式是沈積較厚的電極層。然而，應瞭解，因與膜厚度成比例的膜應力，愈厚的電極層可能愈易於開裂或脫層。裂縫或脫層可引起各種問題，例如，電池容量的降低以及安全顧慮。在下文中，闡述可在減輕該些潛在缺陷中的一或多者的同時增加 ESD 容量的各種 ESD 配置。

【0091】 圖 5 說明具有橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置（ESD）500 的側視圖，其中在穿孔式分隔件的相對的二個主表面上形成電極層，以在不增加薄膜式 ESD 的整體橫向佔用區的情況下增加容量。圖 6 說明圖 5 所說明薄膜式能量儲存裝置的平面圖。具體而言，為藉由增加電極層的體積及/或質量來進一步增加 ESD 的容量，ESD 500 所包括的第一電極 512 及第二電極 520 中的一者或二者是形成於穿孔式分隔件 516 的相對二側上。ESD 500 具有與以上所述的 ESD 300（圖 3A/圖 3B）相似的各種特徵，包括形成於基板 104 之上或基板 104 上方的相鄰設置的第一集電器 108 及第二集電器 124、分別相鄰地形成於第一集電器 108 及第二集電器 124 之上或第一集電器 108 及第二集電器 124 上方的第一電極 512A 及第二電極 520A、以及形成於第一電極層 512A 及第二電極層 520A 之上或第一電極層 512A 及第二電極層 520A 上方的分隔件 516。為簡潔起見，本文不再對與參照圖 3A/圖 3B 所述的特徵相似的特徵的細節予以贅述。類似於以上所述的 ESD 300，第一電極層 512A 及第二電極層 520A 分別形成於分隔件 516 與第一集電器 108 及第二集電器 124 之間。可藉由調整第

一電極層 512A 及第二電極層 520A 各自的橫向覆蓋面積來調整 ESD 500 的容量。然而，不同於 ESD 300（圖 3A/圖 3B），分隔件 516 包括在第一電極層 512A 之上穿透分隔件 516 所形成的穿孔或開口 506、以及在第二電極層 520A 之上穿透分隔件 516 所形成的穿孔或開口 502。另外，附加第一電極層 512B 及附加第二電極層 520B 形成於分隔件 516 的外表面之上或分隔件 516 的外表面上方。因此，第一電極 512 包括形成於分隔件 516 的相對二側上的第一電極層 512A 及附加第一電極層 512B，且第二電極 520 包括形成於分隔件 516 的相對二側上的第二電極層 520A 及附加第二電極層 520B。可例如藉由進行二次沈積或印刷（一次是在集電器 108、124 中的相應者上，且第二次是在分隔件 516 上）來形成第一電極 512 及第二電極 520 中的每一者的二個層。為提供電極層與附加電極層之間的電性及離子性連續性，可在沈積或印刷附加第二電極層 520B 時填充開口或穿孔 502，且可在沈積或印刷附加第一電極層 512B 時填充開口或穿孔 506。第一電極層 512 的第一電極活性材料填充穿孔 506 以電性連接第一電極 512 的形成於分隔件 516 的相對二側上的第一電極層 512A 與附加第一電極層 512B，且第二電極 520 的第二電極活性材料填充穿孔 502 以電性連接第二電極層的形成於分隔件 516 的相對二側上的第二電極層 520A 與附加第二電極層 520B。因此，如此配置，相對於其中僅在分隔件的一側上形成電極層的 ESD 配置（例如，圖 3A 所示 ESD 300）而言，在 ESD 500 具有相同橫向佔用區時，ESD 500 可具有

更高容量。舉例而言，若第一電極 512 與第二電極 520 的電極活性材料的組合體積及/或組合質量相對於 ESD 300（圖 3A/圖 3B）的第一電極與第二電極的電極活性材料的組合體積及/或組合質量而加倍，則容量可近似對應地加倍。另外，由於電極層的單獨層厚度並未成比例地增加，因此電極層中的積聚應力（built-up stress）可保持於相對低的值，藉此在不成比例地增加開裂或脫層的風險的情況下達成更高的容量。

【0092】 仍參照圖 5，應瞭解，可調整開口或穿孔 502、506 的形狀及密度以充分地促進分隔件 516 的相對二側上的電極層之間的電子傳導及離子傳導。此外，可依據所採用的印刷製程來適合地選擇開口或穿孔 502、506 的形狀及大小。開口或穿孔 506 的形狀及大小可被適合地選擇成使得當在分隔件 516 上印刷附加第一電極層 512B 時，穿孔或開口 506 充分地填充有附加第一電極層 512B 的油墨。類似地，開口或穿孔 502 的形狀及大小可被適合地選擇成使得當在分隔件 516 上印刷附加第二電極層 520B 時，穿孔或開口 502 充分地填充有附加第二電極層 520B 的油墨。舉例而言，開口或穿孔 502、506 可具有如下的平均大小：0.1 毫米（mm）至 0.5 毫米、0.5 毫米至 1.0 毫米、1.0 毫米至 1.5 毫米、1.5 毫米至 2.0 毫米、2.0 毫米至 2.5 毫米、2.5 毫米至 3.0 毫米、3.0 毫米至 3.5 毫米、3.5 毫米至 4.0 毫米、4.0 毫米至 4.5 毫米、4.5 毫米至 5.0 毫米、或者處於由該些值中的任一者界定的範圍中。開口或穿孔 502、506 可更被形成為使得平均的開口間距離（inter-opening distance）

可為介於以下範圍內的平均大小：0.5 毫米至 1.0 毫米、1.0 毫米至 1.5 毫米、1.5 毫米至 2.0 毫米、2.0 毫米至 2.5 毫米、2.5 毫米至 3.0 毫米、3.0 毫米至 3.5 毫米、3.5 毫米至 4.0 毫米、4.0 毫米至 4.5 毫米、4.5 毫米至 5.0 毫米、或者處於由該些值中的任一者界定的範圍中。開口或穿孔 502、506 可具有任何適合的形狀，例如多邊形或圓形形狀。亦可存在其他開口大小、開口間距離及形狀。

【0093】 如上所述，在給定面積下，可藉由在穿孔式分隔件的二側上形成電極層來增加薄膜式 ESD 的第一電極層及/或第二電極層的電極活性材料的體積及/或質量。以類似方式，在給定面積下，可藉由在集電器（例如，穿孔式集電器）的一側或二側上形成電極層來增加薄膜式 ESD 的第一電極層及/或第二電極層的體積及/或質量。圖 7 說明具有垂直堆疊的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置 700 的側視圖，其中在集電器（例如，穿孔式集電器）的相對的二個主表面上形成電極層，以在不增加薄膜式 ESD 的整體橫向佔用區的情況下增加容量。ESD 700 具有與以上所述的 ESD 100（圖 1）相似的一些特徵，其中包括各不同層的相對佈置，包括上面以堆疊配置形成有第一集電器 108、第一電極層 112、分隔件 116、第二電極 720 及第二集電器 124 的基板 104。為簡潔起見，本文不再對與圖 1 所示特徵相似的特徵的細節予以贅述。類似於以上所述的 ESD 100，第二電極層 720B 形成於分隔件 116 與第二集電器 124 之間。可藉由調整第一電極層 112 及第二電極層 720B 各自的橫向覆蓋面積來調整 ESD 700 的容量。然而，不同於 ESD 100（圖

1)，第二電極 720 包括形成於第二集電器 124 的外表面之上或第二集電器 124 的外表面上方的附加第二電極層 720A。因此，第二電極 720 包括形成於可為穿孔式的第二集電器 124 的相對二側上的第二電極層 720B 及附加第二電極層 720A。可例如藉由進行二次沈積或印刷（一次是在分隔件 116 上且第二次是在第二集電器 124 上）來形成第二電極 720 的二個層。為提供第二電極層 720B 與附加第二電極層 720A 之間的電性及離子性連續性，第二集電器 124 具有穿透其中而形成的多個開口或穿孔 702。可在沈積或印刷附加第二電極層 720A 時填充開口或穿孔 702，藉此容許在第二電極 720 的形成於第二集電器層 124 的相對二側上的第二電極層 720B 與附加第二電極層 720A 之間進行電子轉移及離子轉移。因此，依此配置，相對於其中僅在集電器的一側上形成電極層的 ESD 配置（例如，圖 1 所示 ESD 100）而言，當 ESD 700 具有相同橫向佔用區時，所述 ESD 可具有更高容量。另外，由於第二電極層 720B 及附加第二電極層 720A 的單獨層厚度並未成比例地增加，因此電極層中的積聚應力可保持於相對低的值，藉此在不成比例地增加開裂或脫層的風險的情況下達成更高的容量。

【0094】 開口或穿孔 702 可具有與以上參照圖 5 及圖 6 所述的開口或穿孔類似的形狀、密度及大小。

【0095】 在一些實施例中，可藉由將多個第一電極層及第二電極層堆疊以形成多於一個 ESD 單元或胞元並然後並聯電性連接而在不增加裝置佔用區的情況下增加 ESD 的容量。圖 8 說明具有垂直

堆疊的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置 800 的側視圖，其中將二個第一電極層、二個第二電極層及二個分隔件配置為並聯電性連接的二個能量儲存裝置，以在不增加薄膜式 ESD 的整體橫向佔用區的情況下增加容量。ESD 800 具有與以上所述的 ESD 100（圖 1）相似的一些特徵，包括上面以堆疊配置連續地形成有第一集電器 808 的第一部分 808A、第一電極層 112、第一分隔件 116、第二電極層 120、及第二集電器 124 的基板 104。為簡潔起見，本文不再對與圖 1 所示堆疊細節相似的堆疊細節予以贅述。不同於 ESD 100（圖 1），ESD 800 另外包括附加的連續形成的層，包括作為堆疊而進一步連續地形成的附加第二電極層 820、第二分隔件 816 及附加第一電極層 812、以及第一集電器 808 的第二部分 808B。第一部分 808A 及第二部分 808B 被電性連接成單個第一集電器 808，在所述單個第一集電器 808 上形成有第一電極層 112 及附加第一電極層 812。第二電極層 120 及附加第二電極層 820 形成於第二集電器 124 上，且分別藉由第一分隔件 116 及第二分隔件 816 與第一電極層 112 及附加第一電極層 812 隔開。因此，依此配置，ESD 800 包括形成於第二集電器 124 的相對二側上且被並聯電性連接的二個 ESD 單元或胞元。因此，相對於其中形成單個層堆疊的 ESD 配置（例如，圖 1 所示 ESD 100）而言，在 ESD 800 具有相同橫向佔用區時，所述 ESD 可具有更高容量。另外，由於第一電極層 112 及第二電極層 120 以及附加第一電極層 812 及附加第二電極層 820 的單獨層厚度並未成比例地增加，因此電極層中的

積聚應力可保持於相對低的值，藉此在不成比例地增加開裂或脫層的風險的情況下達成更高的容量。

【0096】 仍參照圖 8，在其他實施例中，儘管圖中未說明，然而可以與以上參照圖 7 所示 ESD 700 的第二集電器 124 所述的方式相似的方式藉由將第一集電器 808 的第二部分 808B 配置成具有穿透第二部分 808B 而形成的穿孔或開口來進一步增加 ESD 800 的容量。

【0097】 在一些實施例中，可藉由在基板的二側上具有多個第一電極及多個第二電極來增加 ESD 的容量。因此，圖 9 說明具有橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置 900 的側視圖，其中在基板（例如，穿孔式基板）的相對的二個表面上形成集電器層及電極層，以在不增加薄膜式 ESD 的整體橫向佔用區的情況下增加容量。在所說明實施例中，基板 904 具有穿透其中而形成的多個穿孔或開口 902、906。在穿孔式基板 904 的每一側上，形成有與以上所述的 ESD 300（圖 3A/圖 3B）相似的各種層，包括形成於基板上的相鄰設置的第一集電器及第二集電器、相鄰設置的第一電極活性層及第二電極活性層、以及形成於第一電極層及第二電極層之上的分隔件。因此，第一集電器 908 包括形成於基板 904 的相對二側上的第一集電器層 908A 及附加第一集電器層 908B。第一集電器 908 的第一集電器層 908A 與附加第一集電器層 908B 藉由穿透基板 904 所形成的所述多個開口或穿孔 902 而電性連接。以類似方式，第二集電器 924 包括形成於基板 904 的相對二側上

的第二集電器層 924A 及附加第二集電器層 924B。第二集電器 924 的第二集電器層 924A 與附加第二集電器層 924B 藉由穿透基板 904 所形成的所述多個開口或穿孔 906 而電性連接。

【0098】 仍參照圖 9，在基板 904 的第一側上，於第一集電器 908 的第一集電器層 908A 上形成第一電極層 112A，且在基板 904 的第二側上，於第一集電器 908 的附加第一集電器層 908B 上形成附加第一電極 112B。以類似方式，在基板 904 的第一側上，於第二集電器 924 的第二集電器層 924A 上形成第二電極層 120A，且在基板 904 的第二側上，於第二集電器 924 的附加第二集電器層 924B 上形成附加第二電極層 120B。分隔件 116 包括形成於基板 904 的第一側上以覆蓋第一電極層 112A 及第二電極層 120A 的第一分隔件層 116A、以及形成於基板 904 的第二側上以覆蓋附加第一電極層 112B 及附加第二電極層 120B 的第二分隔件層 116B。分隔件 116 的第一分隔件層 116A 與第二分隔件層 116B 藉由間隙 210 被連接，間隙 210 形成於第一集電器 908 與第二集電器 924 之間、第一電極層 112A 與第二電極層 120A 之間以及附加第一電極層 112B 與附加第二電極層 120B 之間。

【0099】 為製造 ESD 900，可例如藉由進行二次沈積或印刷（一次是在基板 904 的第一側上且第二次是在基板 904 的第二側上）來形成第一集電器 908 的二個層。可在沈積或印刷第一集電器層 908A 及附加第一集電器層 908B 中的任一者或二者時填充開口或穿孔 902，藉此容許在形成於基板 904 的相對二側上的第一集電器

層 908A 與附加第一集電器層 908B 之間具有電子連續性。類似地，可例如藉由進行二次沈積或印刷（一次是在基板 904 的第一側上且第二次是在基板 904 的第二側上）來形成第二集電器 924 的二個層。可在沈積或印刷第二集電器層 924A 及附加第二集電器層 924B 中的任一者或二者時填充開口或穿孔 906，藉此容許在形成於基板 904 的相對二側上的第二集電器層 924A 與附加第二集電器層 924B 之間具有電子連續性。此後，分別在第一集電器 908 的第一集電器層 908A 及附加第一集電器層 908B 上形成第一電極層 112A 及附加第一電極層 112B，且分別在第二集電器 924 的第二集電器層 924A 及附加第二集電器層 924B 上形成第二電極層 120A 及附加第二電極層 120B。可以四種方式中的一種來形成分隔件 116：（a）在基板 904 的二側中的一者上；（b）在基板 904 的一側上並穿過間隙 210 以到達基板 904 的另一側；（c）在基板 904 的二側上；以及（d）在基板 904 的二側上並穿過間隙 210。因此，依此配置，相對於其中僅在基板的一側上形成電極層的 ESD 配置（例如，圖 3A/圖 3B 所示 ESD 300）而言，在 ESD 900 具有相同橫向佔用區時，所述 ESD 可具有更高容量。在基板 904 中形成於第一集電器 908 的各層之間的開口或穿孔 902、在基板 904 中形成於第二集電器 924 的各層之間的開口或穿孔 906 可具有以上參照穿透圖 5 及圖 6 所示分隔件而形成的開口或穿孔所述的大小、開口間距離、形狀及任何其他特性。儘管圖中未說明，然而可以與以上參照圖 5 及圖 6 所示 ESD 500 所述的方式類似的方式藉由以下

操作來進一步增加 ESD 900 的容量：將分隔件 116 的第一分隔件層 116A 及第二分隔件層 116B 配置成具有穿透其中而形成的穿孔，隨後在第一分隔件層 116A 及第二分隔件層 116B 上以及在穿透其中而形成的穿孔中形成第一電極的及第二電極的其他層。

【0100】 應瞭解，除對第一電極層及第二電極層的單獨活性材料的相對量或相對體積進行微調以外，以上參照圖 5 至圖 9 所述的 ESD 的電極層佈置亦有利地提供在不實質上增加 ESD 的整體橫向佔用區的情況下對第一電極層的與第二電極層的活性材料之間的莫耳比率進行調整的附加自由度。所述佈置可尤其有益於實作其中第一電極活性材料與第二電極活性材料之間的莫耳比率實質上大於或小於 1.0（例如，大於 1.3 或小於 0.7）的薄膜式 ESD。

增強薄膜式能量儲存裝置中的電極交疊的電極形狀及集電器形狀

【0101】 如上例如參照圖 2A/圖 2B 所述，當在具有橫向設置式電極層的 ESD 中的各集電器之間施加電壓時，離子交換的相當大部分可在橫向方向上發生。舉例而言，離子交換可在電極層的交疊表面之間發生，例如，在圖 2A/圖 2B 所說明的 ESD 200 中，是跨越間隙 210 在橫向方向上於第一電極層 112 與第二電極層 120 的交疊表面之間發生。發明人已發現，在各種 ESD 中，可藉由增加電極層之間的交疊面積來達成更強的離子交換。在以下，ESD 的各種實施例被配置成藉由增加電極之間的交疊面積而增強電極之間的離子交換，以達成更高的電流、更高的電流密度及/或更短的充電時間。

【0102】 圖 10A 至圖 10E 說明具有橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置的不同電極交疊佈置 1000A 至 1000E 的平面圖，在不同電極交疊佈置 1000A 至 1000E 中，第一電極及第二電極具有不同的形狀以及其之間的不同的交疊面積量。電極交疊佈置 1000A 至 1000E 中的每一者包括以與以上例如參照圖 3A/圖 3B 所述的方式類似的方式相對於彼此橫向設置的第一電極層 112 及第二電極層 120。在圖 10A 所說明的電極交疊佈置 1000A 中，第一電極層 112 及第二電極層 120 中的每一者為矩形形狀並在第一橫向方向（例如，水平方向）上伸長，且具有在第一橫向方向上交疊的寬度。在圖 10B 所示的電極交疊佈置 1000B 中，第一電極層 112 及第二電極層 120 中的每一者為矩形形狀並在第二橫向方向（例如，垂直方向）上伸長，且具有在第二橫向方向上交疊的長度。在圖 10C 所示的電極交疊佈置 1000C 中，第一電極層 112 及第二電極層 120 中的每一者具有條帶部分（strap portion）及多個規則地隔開的矩形突出部或指狀物，其中第一電極層 112 與第二電極層 120 的矩形突出部或指狀物為交織或交錯的，使得其在橫向方向（例如，水平方向）上交替，以增加第一電極層 112 與第二電極層 120 的交疊邊緣長度。在圖 10D 所示的電極交疊佈置 1000D 中，第一電極層 112 及第二電極層 120 中的每一者具有條帶部分及多個規則地隔開的圓形突出部或指狀物，其中第一電極層 112 與第二電極層 120 的圓形突出部或指狀物為交織或交錯的，使得其在橫向方向（例如，水平方向）上交替，以增加第一電極層 112 與

第二電極層 120 的交疊邊緣長度。在圖 10E 所示的電極交疊佈置 1000E 中，第一電極層 112 及第二電極層 120 中的每一者具有條帶部分及多個規則地隔開的突出部、指狀物、齒狀物（tine）或釘狀物（spike），其中第一電極層 112 與第二電極層 120 的伸長突出部、指狀物、齒狀物或釘狀物為交織或交錯的，使得其在橫向方向（例如，水平方向）上交替，以增加第一電極與第二電極的交疊邊緣長度。

【0103】 為表明不同的電極交疊佈置對所得離子交換的影響，藉由印刷來製作具有圖 10A 至圖 10E 所說明的不同電極交疊佈置的電池。為直接將各電池的所得電性特性進行比較，將具有不同佈置 1000A 至 1000E 的不同電池中的每一者印刷成使各自的屬於第一類型的第一電極層 112 及各自的屬於第二類型的第二電極層 120 具有相同的橫向覆蓋面積或表面積。另外，將具有不同電極交疊佈置 1000A 至 1000E 的不同電池印刷成具有相同的厚度、具有相同的第一電極層 112 的覆蓋面積或表面積及相同的第二電極層 120 的覆蓋面積或表面積。另外，將具有不同電極交疊佈置 1000A 至 1000E 的不同電池印刷成使第一電極層 112 與第二電極層 120 之間的間隙 210 具有相同的寬度。因此，針對不同電池佈置 1000A 至 1000E，以跨越間隙 210 在第一電極層 112 與第二電極層 120 之間的交疊長度（此等同於交疊面積）作為變數來對電性特性進行比較。以與以上參照 ESD 200（圖 2A/圖 2B）所述的方式類似的方式，在所製作電池中的每一者中，在各自的集電器上印刷第一電極

層 112 及第二電極層 120，且在電極層 112、120 的頂部上沈積具有相同電解質組成的分隔件以填充電極層 112、120 之間的間隙 210。針對具有不同電極佈置 1000A 至 1000E 的電池中的每一者，使用階躍電流方法（step current method）來量測集電器之間的電阻。在表 1 中示出針對具有不同電極交疊佈置 1000A 至 1000E 的 ESD 依據第一電極層 112 與第二電極層 120 之間的交疊長度所量測的電阻值。可以清楚地看出，電阻與第一電極層 112 與第二電極層 120 之間的交疊長度成反比。

表 1 電極之間的交疊長度與電池電阻之間的實驗相關性

電極佈置	**電極之間的交疊長度（公分）**	**電阻（歐姆）**
水平矩形（圖 10A）	1.4	1222
垂直矩形（圖 10B）	2.5	698
交織條帶式矩形突出部（圖 10C）	10.2	371
交織條帶式圓形突出部（圖 10D）	11.4	335
交織條帶式指狀物（圖 10E）	59.9	150

【0104】 具有不同電極交疊佈置 1000A 至 1000E 的電池的電阻的實驗量測值表明，藉由離子電流密度所量測的離子交換表現出對第一電極層 112 與第二電極層 120 之間的交疊長度（其等同於

交疊面積）的明顯的相依性。因此，基於交疊面積與電阻之間的所觀測到的關係，發明人已確定，可在其中期望具有相對較高電流、較高功率及/或較快充電速率的應用中採用在電極之間具有相對大的交疊量的電極交疊佈置。另一方面，可在期望具有相對較低電流、較低功率及/或較低自放電（self-discharge）速率的應用中採用在電極之間具有相對小的交疊量的電極交疊佈置。

【0105】 仍參照圖 10A 至圖 10E，應瞭解，儘管在所說明的電極交疊佈置 1000A 至 1000E 中的每一者中，第一電極層 112 與第二電極層 120 具有相同的佔用區或表面積，然而各實施例並非僅限於此。在其他實施例中，在所說明的電極交疊佈置 1000A 至 1000E 中的每一者中，可根據與電極活性材料之間的電化學反應相關聯的莫耳比率來調整佔用區或表面積的比率。舉例而言，如上參照圖 3A 及圖 3B 所述，可根據陰極活性材料與陽極活性材料的化學計量比率而將第一電極層 112 的與第二電極層 120 的表面積調整成不同的。如上所述，作為說明性實例，當第一電極層 112 的與第二電極層 120 的厚度約相同時以及當和電化學反應相關聯的第一電極活性材料與第二電極活性材料（例如，陰極活性材料與陽極活性材料）的量的比率在莫耳比率基礎上是 1:1 時，第一電極層 112 的第一覆蓋面積或表面積 A_1 對第二電極層 120 的第二表面積 A_2 的比率 A_1/A_2 可與第一電極活性材料的第一莫耳質量 m_1 對第二電極活性材料的第二莫耳質量 m_2 的比率 m_1/m_2 成比例且與第二電極活性材料的第二密度 ρ_2 對第一電極活性材料的第一密度 ρ_1 的比率

ρ_2/ρ_1 成比例。舉例而言，圖 11A 及圖 11B 分別說明其中第一電極層 112 與第二電極層 120 具有相同表面積及不同表面積的薄膜式 ESD 的電極交疊佈置的平面圖。圖 11A 說明具有橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置 1100A 的類似於圖 10E 所說明佈置的電極佈置的平面圖，其中第一電極層 112 與第二電極層 120 具有約略相同的表面積。第一電極層 112 及第二電極層 120 中的每一者具有條帶部分及多個規則地隔開的指狀物或突出部，其中第一電極層 112 的與第二電極層 120 的指狀物或突出部在水平方向上交替。另一方面，圖 11B 說明具有橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置 1100B 的類似於圖 11A 所說明佈置的電極佈置的平面圖，只不過第一電極層 112 與第二電極層 120 具有不同的表面積，且其中第一電極層 112 與第二電極層 120 之間的表面積比率是根據與電化學反應相關聯的活性材料的莫耳比率來加以調整。在所說明實施例中，與第一電極層 112 相較，第二電極層 120 具有更大的佔用區。

【0106】 圖 12A 至圖 12D 說明在具有橫向相鄰的集電器及電極層（類似於圖 10E 所說明佈置）的薄膜式能量儲存裝置 1200D 的製作的各種階段處的中間結構 1200A 至 1200D 的平面圖，所述橫向相鄰的集電器及電極層以與以上參照圖 11A 及圖 11B 所述的方式類似的方式被配置成增加離子交換及電流。所得的 ESD 1200D 具有與圖 11A 及圖 11B 所說明電極交疊佈置類似的電極交疊佈置。圖 13 說明圖 12D 所示 ESD 1200D 的穿過剖面 12-12’的剖視圖。

參照圖 12A，中間結構 1200A 說明在沈積後或在印刷後的第一集電器 108 及第二集電器 124，其中橫向相鄰式第一集電器 108 及第二集電器 124 中的每一者具有被整合為單個薄膜層（例如，印刷薄膜層）的突片（tab）、條帶部分及多個規則間隔開的指狀物或突出部。第一集電器 108 的與第二集電器 124 的指狀物或突出部在第一橫向方向（例如，水平方向）上交替。圖 12B 所示中間結構 1200B 說明於在第一集電器 108 之上或第一集電器 108 上沈積(例如，印刷）第一電極層 112 之後的圖 12A 所示中間結構 1200A。圖 12C 所示中間結構 1200C 說明於在第二集電器 124 之上或第二集電器 124 上沈積（例如，印刷）第二電極層 120 之後的圖 12B 所示中間結構 1200B。如所說明，第一電極層 112 大致遵循第一集電器 108 的橫向輪廓，且第二電極層 120 大致遵循第二集電器 124 的橫向輪廓。如上例如參照圖 2A/圖 2B 所述，第一電極層 112 及第二電極層 120 中的一者或二者的指狀物或突出部可具有分別與下伏的第一集電器 108 及第二集電器 124 的指狀物或突出部約略相同或更窄的橫向寬度。因此，第一電極層 112 及第二電極層 120 中的每一者具有條帶部分及多個規則地隔開的指狀物或突出部，其中第一電極的與第二電極的指狀物以與以上參照圖 10E、圖 11A 及圖 11B 所述的方式類似的方式在第一橫向方向（例如，水平方向）上交替。圖 12D 所示的中間結構 1200D 說明於在第一電極層 112 及第二電極層 120 之上或第一電極層 112 及第二電極層 120 上方沈積或印刷分隔件 116 以填充形成於第一電極層 112 與第二電

極層 120 之間的間隙 210 之後的圖 12C 所示的中間結構 1200C。如圖 12D 中所說明，分隔件層 116 可為毯覆式（blanket）沈積或印刷而成。如圖 13（其說明 ESD 1200D 的穿過圖 12D 所說明 ESD 1200D 的平面圖的剖面 12-12'的剖視圖）中所說明，分別形成於第一集電器 108 及第二集電器 124 的對應指狀物之上的第一電極層 112 的與第二電極層 120 的指狀物在水平方向上交替，其中第一電極層 112 與第二電極層 120 的相鄰指狀物由其等之間的間隙 210 隔開。

【0107】 在操作中，當在第一集電器 108 與第二集電器 124 之間施加電壓時，可經由分隔件 116 在第一電極層 112 與第二電極層 120 之間交換離子，其中由於第一電極層 112 及第二電極層 120 的橫向佈置，離子交換的相當大部分或主要部分可在橫向方向上發生，例如，跨越多個間隙 210 在第一電極層 112 的指狀物的側表面與第二電極層 120 的指狀物的側表面的交疊部分之間發生。由於第一電極層 112 與第二電極層 120 之間的交疊長度增加，離子傳導可大幅增強，如參照表 1 及圖 10A 至圖 10E 以實驗方式所證明。

【0108】 圖 14A 至圖 14D 說明在具有橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置 1400D 的製作的各種階段處的中間結構 1400A 至 1400D 的平面圖，所述電極層在垂直方向上具有交疊部分且被配置成增加離子交換及電流。圖 15 說明圖 14D 所說明 ESD 1400D 的穿過剖面 14-14'的剖視圖。參照圖 14A，中間結構 1400A

說明在沈積後或在印刷後的第一集電器 108 及第二集電器 124，其中橫向相鄰的第一集電器 108 及第二集電器 124 中的每一者具有被整合為單個薄膜層（例如，印刷薄膜層）的突片、條帶部分及多個規則地隔開的指狀物或突出部。類似於圖 12A，第一集電器 108 的與第二集電器 124 的指狀物或突出部在第一橫向方向（例如，水平方向）上交替。圖 14B 所示的中間結構 1400B 說明於在第一集電器 108 之上或第一集電器 108 上方沈積（例如，印刷）第一電極層 112 之後的圖 14A 所示的中間結構 1400A。如上例如參照圖 4 所述，第一電極層 112 的指狀物可具有較第一集電器 108 的下伏指狀物（underlying fingers）更窄的橫向寬度。圖 14C 所示的中間結構 1400C 說明於在第一電極層 112 之上或第一電極層 112 上方沈積（例如，印刷）分隔件層 116 之後的圖 14B 所示中間結構 1400B。如所說明，分隔件層 116 大致遵循第一電極層 112 及第一集電器 108 的橫向輪廓且進行包封以將第一電極層 112 與第一集電器 108 電性隔開。圖 14D 所示的中間結構 1400D 說明於在分隔件層 116 及第二集電器 124 之上或分隔件層 116 及第二集電器 124 上方沈積或印刷第二電極層 120 以覆蓋分隔件層 116 及第二集電器 124 並填充第一電極層 112 的相鄰指狀物之間的間隙之後的圖 14C 所示的中間結構 1400C。如圖 14D 中所說明，第二電極層 120 可為毯覆式沈積而成。如圖 15（其表示 ESD 1400D 的穿過參照圖 14D 所示的中間結構 1400D 所說明的剖面 14-14'的剖視圖）中所說明，分隔件層 116 覆蓋或包封由第一集電器 108 與第一電

極層 112 的堆疊形成的指狀物。第二電極層 120 形成於第二集電器 124 的指狀物上並填充在第一電極層 112 的由分隔件覆蓋的指狀物之間形成的間隙，使得第一電極層 112 的指狀物與第二電極層 120 的對在第一電極層 112 的指狀物中的相鄰指狀物之間形成的間隙進行填充的指狀物在水平方向上交替。

【0109】 在操作中，當在第一集電器 108 與第二集電器 124 之間施加電壓時，可經由分隔件 116 在第一電極層 112 與第二電極層 120 之間交換離子，其中由於分隔件層 116 形成於第一電極層 112 的所述多個指狀物的頂表面及側表面之上或者包封第一電極層 112 的所述多個指狀物，因此第一電極層 112 與第二電極層 120 之間的離子交換可在垂直方向上於第一電極層 112 的指狀物與第二電極層 120 的設置於第一電極層 112 的所述指狀物之上的部分之間發生且在橫向方向上於第一電極層 112 的指狀物與第二電極層 120 的對在第一電極層 112 的指狀物中的相鄰指狀物之間形成的間隙進行填充的部分之間發生。由於第一電極層 112 與第二電極層 120 之間的交疊增加，因此離子傳導可有利地大幅增強，至少相較於表 1 及圖 10A 至圖 10E 以實驗方式證明的量。

【0110】 除更強的離子傳導以外，ESD 1400D 的電極配置亦可有利地容許以與以上參照圖 4 所述的方式類似的方式根據 ESD 1400D 的基礎電化學反應中所涉及的相應電極活性材料的化學計量比率來對第一電極層 112 的及第二電極層 120 的相對量或相對體積進行靈活調整。

串聯連接的薄膜式能量儲存裝置

【0111】 除其他優點之外，使用薄膜式沈積技術（例如印刷）來製作能量儲存裝置的優點是能夠同時(例如，作為同一印次的一部分)形成多個經圖案化結構。因此，此類薄膜式技術有利於使用與單個 ESD 單元的製作相同數目的印刷步驟或印次來製作多個被電性連接的 ESD 單元或胞元。舉例而言，藉由印刷，可同時形成並原位（*in-situ*）電性連接多個集電器及電極層，而非形成單獨的集電器或電極層並然後將其電性連接。藉由串聯電性連接一或多個 ESD 胞元或單元，可針對不同的應用來定製淨操作輸出電壓（net operational output voltage），乃因淨 ESD 電壓與串聯的數個 ESD 的輸出電壓之和成比例。藉由並聯電性連接一或多個 ESD 胞元或單元，可針對不同的應用來定製淨操作容量（net operational capacity)，乃因淨 ESD 容量與並聯的數個 ESD 胞元或單元的容量之和成比例。因此，藉由印刷串聯及/或並聯的多個 ESD 胞元或單元，可以與單個 ESD 胞元或單元的印刷相同數目的印刷步驟及印次來製作具有經定製操作電壓及/或容量的 ESD。在以下，闡述其中串聯地或並聯地或以串聯與並聯的組合方式電性連接多個 ESD 單元或胞元的各種實施例。

【0112】 圖 16 說明在具有被串聯電性連接的多個 ESD 胞元或單元的薄膜式能量儲存裝置（ESD）1600D 的製作的各種階段處的中間結構的平面圖，其中所述 ESD 單元中的每一者以與以上參照圖 2A/圖 2B 所述的方式類似的方式包括橫向相鄰的集電器及電極。

在所說明實施例中，ESD 1600D 包括被電性串聯連接的三個單元或胞元。圖 17 說明包括各自具有橫向相鄰的集電器及電極層的多個被串聯連接的 ESD 單元的薄膜式 ESD 1700 的剖視圖，其中所述能量儲存裝置是根據與圖 16 所說明製作製程類似的製作製程來製作。ESD 1700 可對應於穿過剖面 16-16'的圖 16 所示 ESD 1600D，只不過 ESD 1700 包括被電性串聯連接的四個單元或胞元。

【0113】 中間結構 1600A 說明基板 104，在基板 104 上方沈積或印刷有針對第一極性而配置的第一集電器 108、針對與第一極性相反的第二極性而配置的第二集電器 124、以及多個中間集電器 128。中間結構 1600B 說明於在第一集電器 108 之上或第一集電器 108 上方以及在中間集電器 128 中的每一者的一部分之上或所述一部分上方沈積或印刷第一電極層 112 之後的中間結構 1600A。中間結構 1600C 說明於在第二集電器 124 之上或第二集電器 124 上方以及在中間集電器 128 中的每一者的一部分之上或所述一部分上方沈積或印刷第二電極層 120 之後的中間結構 1600B。在中間集電器 128 中的每一者上，第二電極層 120 是與第一電極 112 相鄰地形成。依此形成，以與以上參照具有橫向設置的電極層佈置的 ESD（例如，圖 2A/圖 2B）所述的間隙 210 類似的方式，在集電器 108、128、124 中的不同集電器上彼此橫向相鄰地設置的第一電極層 112 與第二電極層 120 由其等之間的間隙隔開。中間結構 1600D 說明於在成對的橫向相鄰的第一電極層 112 及第二電極層 120 中的每一對之上沈積或印刷分隔件 116 之後的中間結構 1600C。如

圖 17（其表示 ESD 1700 的剖視圖且類似於穿過 ESD 1600D 的剖面 16-16'的視圖）中所說明，每一對的第一電極層 112 及第二電極層 120 設置於集電器 108、128、124 中的被電性隔開的集電器上且由第一電極層 112 與第二電極層 120 之間的間隙隔開。每一 ESD 單元或胞元的第一電極層 112 及第二電極層 120 形成於集電器 108、128、124 中的不同集電器上，同時由填充在第一電極層 112 與第二電極層 120 之間形成的間隙的分隔件 116 連接。依此配置，在水平方向上由分隔件 116 連接的成對的第一電極 112 及第二電極 120 中的每一對表示 ESD 單元，且中間集電器 128 中的每一者用於串聯電性連接相鄰的 ESD 單元或胞元的第一電極 112 與第二電極 120。在圖 16 中所說明的所說明 ESD 1600D 中，形成有三個被串聯連接的 ESD 單元或胞元，其中第一（最上部）ESD 單元的第二電極層 120 電性連接至第二（中間）ESD 單元的第一電極層 112，且第二（中間）ESD 單元的第二電極層 120 電性連接至第三（下部）ESD 單元的第一電極層 112。ESD 1700（圖 17）可類似地由四個被串聯連接的單元或胞元佈置而成。然而，可串聯連接更少或更多的單元或胞元。

【0114】 應瞭解，可以會形成三個層水平高度的四個沈積步驟或印刷印次來製作以上參照圖 16 及圖 17 所述的多個 ESD 單元或胞元，所述四個沈積步驟或印刷印次包括沈積或印刷集電器 108、124、128，沈積或印刷第一電極層 112，沈積或印刷第二電極層 120，以及沈積或印刷分隔件 116。

【0115】 應瞭解，藉由利用中間集電器層 128 在相鄰的 ESD 單元或胞元之間形成串聯連接，可在不需要使用單獨導線來連接相鄰的 ESD 單元或胞元的情況下有利地直接連接相鄰的 ESD 單元或胞元，藉此降低連接相鄰的 ESD 單元或胞元的電性佈線的量。藉由降低相鄰的 ESD 單元或胞元之間的電性佈線量以及串聯電阻，可能歸因於電性佈線串聯電阻的過大電壓及/或能量的量又可得以降低或消除。

【0116】 在操作中，參照圖 17，當在薄膜式 ESD 1700 的第一集電器 108 與第二集電器 124 之間施加電壓時，可經由形成於 ESD 1700 的每一單元或胞元的第一電極層 112 與第二電極層 120 之間的對應分隔件 116 在第一電極層 112 與第二電極層 120 之間交換離子。由於第一電極層 112 及第二電極層 120 的橫向佈置，離子交換的相當大部分或主要部分可在橫向方向上發生，例如，跨越填充有分隔件的間隙 210 在第一電極層 112 的與第二電極層 120 的側表面的交疊部分之間發生。由於相鄰的 ESD 胞元或單元被串聯電性連接，因此各單獨的 ESD 胞元或單元的輸出電壓被組合為所得 ESD 1700 的輸出電壓。

【0117】 圖 18 說明在具有被串聯電性連接的多個 ESD 單元或胞元的薄膜式能量儲存裝置（ESD）1800D 的製作的各種階段處的中間結構的平面圖，其中以與以上參照圖 4 所述的方式類似的方式，所述 ESD 單元中的每一者包括橫向相鄰的集電器及電極層，所述電極層在垂直方向上具有交疊部分。圖 19 說明包括多個被串聯連

接的 ESD 單元的薄膜式 ESD 1900 的剖視圖，其可對應於穿過剖面 18-18'的圖 18 所說明 ESD 1800D。中間結構 1800A 說明基板 104，在基板 104 上沈積或印刷有針對第一極性而配置的第一集電器 108、針對與第一極性相反的第二極性而配置的第二集電器 124、以及多個中間集電器 128。中間集電器 128 及第二集電器 124 被成形為音叉（tuning fork）狀。第一集電器 108 設置於第一中間集電器 128 的「叉股（prong）」之間，第一中間集電器 128 的「手柄（handle）」部分設置於第二中間集電器 128 的「叉股」之間，且第二中間集電器 128 的「手柄」部分設置於第二集電器 124 的「叉股」之間。中間結構 1800B 說明於在第一集電器 108 之上或第一集電器 108 上方以及在中間集電器 128 中的每一者的一部分（例如，「手柄部分」）之上或所述一部分上方沈積或印刷第一電極層 112 之後的中間結構 1800A。中間結構 1800C 說明於在第一電極層 112 中的每一者之上或所述每一者上方沈積或印刷分隔件 116 之後的中間結構 1800B。中間結構 1800D 說明於在分隔件 116 中的每一者之上或所述每一者上方沈積或印刷第二電極層 120 之後的中間結構 1800C。如圖 19（其表示穿過圖 18 所示中間結構 1800D 的剖面 18-18'的剖視圖）所示 ESD 1900 中所說明，相鄰的成對的第一電極層 112 及第二電極層 120 中的每一對形成於集電器 108、128、124 中的不同集電器上且在水平方向上由所述每一對之間的間隙隔開。第一電極層 112 及第二電極層 120 中的被配置為 ESD 單元或胞元一部分的相鄰的第一電極層 112 及第二電極層 120 形

成於相鄰的集電器 108、128、124 中的不同集電器上，同時由填充在所述相鄰的第一電極層 112 與第二電極層 120 之間形成的間隙的分隔件層 116 連接。依此配置，成對的第一電極層 112 及第二電極層 120 中的在水平方向上由分隔件連接的每一對表示 ESD 單元，且中間集電器 128 中的每一者用於串聯電性連接相鄰的 ESD 單元或胞元的第一電極層 112 與第二電極層 120。在圖 18 及圖 19 分別所說明的 ESD 1800D 及 ESD 1900 中，形成有三個被串聯連接的 ESD 單元或胞元，其中第一（最左側）ESD 單元的第二電極 120 電性連接至第二（中間）ESD 單元的第一電極 112，且第二（中間 ESD）單元的第二電極 120 電性連接至第三（最右側 ESD）單元的第一電極 112。然而，可串聯連接 ESD 單元中的附加單元。

【0118】 應瞭解，可以會形成三個層水平高度的四個沈積步驟或印刷印次來製作以上參照圖 18 及圖 19 所述的多個 ESD 單元或胞元，所述四個沈積步驟或印刷印次包括沈積或印刷集電器 108、124、128，沈積或印刷第一電極層 112，沈積或印刷分隔件 116，以及沈積或印刷第二電極層 120。

【0119】 在操作中，參照圖 19，當在薄膜式 ESD 1900 的第一集電器 108 與第二集電器 124 之間施加電壓時，可經由對應的分隔件 116 在每一 ESD 單元的第一電極層 112 與第二電極層 120 之間交換離子。由於第一電極層 112 與第二電極層 120 的垂直交疊部分，離子交換的相當大部分或主要部分可在第一電極層 112 與第二電極層 120 的交疊部分之間沿垂直方向發生。由於相鄰的 ESD

單元或胞元被串聯電性連接，因此單獨的 ESD 單元或胞元的輸出電壓被組合為所得 ESD 1900 的輸出電壓。

【0120】 圖 20 說明在具有被串聯電性連接的多個 ESD 胞元或單元的薄膜式能量儲存裝置（ESD）2000D 的製作的各種階段處的中間結構的平面圖。所述胞元或單元中的每一者包括橫向相鄰的集電器及電極層，其中第一電極及第二電極中的每一者具有多個規則地隔開的矩形突出部或指狀物，其中第一電極與第二電極的矩形突出部或指狀物為交織或交錯的，使得其在橫向方向上交替。中間結構 2000A 說明針對第一極性而配置的第一集電器 108、針對與第一極性相反的第二極性而配置的第二集電器 124、以及形成於第一集電器 108 與第二集電器 124 之間的中間集電器 128，第一集電器 108、第二集電器 124 及中間集電器 128 各自是沈積或印刷而成。以與以上參照圖 10C 所述的方式類似的方式，第一集電器 108、第二集電器 124 及中間集電器 128 中的每一者具有條帶部分及多個規則地隔開的矩形突出部或指狀物，其中第一集電器 108 與第二集電器 124 的矩形突出部或指狀物在第一橫向方向上交替。中間結構 2000B 說明於在第一集電器 108 之上或第一集電器 108 上方以及在中間集電器 128 的一部分之上或所述一部分上方沈積或印刷第一電極層 112 之後的中間結構 2000A。中間結構 2000C 說明於在第二集電器 124 之上或第二集電器 124 上方以及在中間集電器 128 的一部分之上或所述一部分上方並相鄰於第一電極層 112 沈積或印刷第二電極層 120 之後的中間結構 2000B。中間集電器

128 上的第一電極 112 與第二電極 120 在與第一橫向方向正交的第二橫向方向上藉由間隙而彼此實體隔開。中間結構 2000D 表示於在成對的第一電極層 112 及第二電極層 120 中的每一對之上沈積或印刷分隔件 116 之後的中間結構 2000C。被如此配置，例如在第二橫向方向上實體連接的相鄰的成對的第一電極層 112 及第二電極層 120 中的每一對表示 ESD 單元，且中間集電器 128 用於串聯電性連接相鄰的 ESD 單元的第一電極 112 與第二電極 120。在所說明實施例中，形成有二個 ESD 單元，其中第一（上部）ESD 單元的第二電極 120 電性連接至第二（下部）ESD 單元的第一電極 112。然而，可串聯連接 ESD 單元中的附加單元。

【0121】 應瞭解，可以會形成三個層水平高度的四個沈積步驟或印刷印次來製作 ESD 2000D 的多個單元或胞元，所述四個沈積步驟或印刷印次包括沈積或印刷集電器 108、124、128，沈積或印刷第一電極層 112，沈積或印刷第二電極層 120，以及沈積或印刷分隔件 116。

【0122】 在操作中，當在薄膜式 ESD 2000D 的第一集電器 108 與第二集電器 124 之間施加電壓時，以與以上參照圖 17 所述的方式類似的方式，可經由對應的分隔件 116 在每一 ESD 胞元或單元的第一電極 112 與第二電極 120 之間交換離子，其中單獨的 ESD 單元的輸出電壓被組合為所得 ESD 2000D 的輸出電壓。

【0123】 在以上所述的實施例中，包括被串聯連接的 ESD 單元的薄膜式 ESD 的電極在橫向方向上以交替方式佈置。然而，為減

小由 ESD 佔據的橫向佔用區，可存在其他形狀的集電器及/或電極層。圖 21 說明在具有橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置 2100C 的製作的各種階段處的中間結構的平面圖及對應剖視圖，其中第一電極及第二電極中的每一者被配置為多個同心環或徑向相鄰的集電器及電極。

【0124】 中間結構 2100A 說明在印刷集電器之後的中間結構。參照平面圖（左側）及穿過剖面 21A-21A'的剖視圖（右側），中間結構 2100A 包括設置於中心區處且針對第一極性而配置的圓形第一集電器 108。第一集電器 108 由同心地環繞第一集電器 108 的圓形中間集電器 128 環繞。中間結構 2100A 更包括同心地環繞中間集電器 128 且針對與第一極性相反的第二極性而配置的圓形第二集電器 124。為使第一集電器 108 的電極突片在能夠自第二集電器 124 以外橫向通達第一集電器 108 的同時被電性隔離，可在第一集電器 108 及中間集電器 128 下方形成將第一集電器 108 連接至對應電極突片的導電線並藉由形成於所述導電線與第二集電器 124 及中間集電器 128 之間的絕緣層（圖中未示出）將所述導電線與第二集電器 124 及中間集電器 128 電性隔離。

【0125】 仍參照圖 21，中間結構 2100B 說明於在第一集電器 108 之上或第一集電器 108 上方以及在中間集電器 128 的外部分之上或所述外部分上方沈積或印刷圓形第一電極層 112 之後且於在第二集電器 124 之上或第二集電器 124 上方以及在中間集電器 128 的內部部分之上或所述內部部分上方沈積或印刷圓形第二電極層

120之後的中間結構2100A。參照左側上的平面圖以及右側上穿過剖面21B-21B'的對應剖視圖，形成於第一集電器108上的第一電極層112、形成於中間集電器128的內部部分上的第二電極層120、形成於中間集電器128的外部部分上的第一電極層112、以及形成於第二集電器124上的第二電極層120是在徑向向外方向上連續地同心形成。中間集電器128上的第一電極層112與第二電極層120在徑向方向上由間隙彼此隔開。

【0126】 中間結構2100C說明於在第一電極層112之上或第一電極層112上方以及在第二電極層120之上或第二電極層120上方並在形成於相鄰的集電器之間的間隙中沈積或印刷分隔件116之後的中間結構2100B。參照左側上的平面圖以及右側上穿過剖面21C-21C'的對應剖視圖，在徑向方向上相鄰的成對的第一電極112及第二電極120（由其之間的分隔件實體連接）表示ESD單元或胞元，且中間集電器128用於串聯電性連接被串聯連接的相鄰的ESD單元或胞元的第一電極層112與第二電極層120。在所說明實施例中，二個ESD單元被串聯連接，其中第一（內）ESD單元或胞元的第二電極層120經由中間集電器128電性連接至第二(外）ESD單元的第一電極層112。然而，可串聯連接ESD單元中的附加單元。

【0127】 在操作中，當在薄膜式ESD 2100C的第一集電器108與第二集電器124之間施加電壓時，以與以上參照圖17所述的方式類似的方式，可經由對應的分隔件116在每一ESD單元或胞元的

第一電極層 112 與第二電極層 120 之間沿徑向方向交換離子，其中單獨的 ESD 單元或胞元的輸出電壓被組合為所得 ESD 2100C 的輸出電壓。

【0128】 仍參照圖 21，在一些實施例中，ESD 單元或胞元中的每一者的第一電極層及第二電極層的覆蓋面積或表面積為約略相同的。在該些實施例中，為使連續的 ESD 單元的電極層保持具有約略相同的面積，ESD 單元中的每一者的電極層中的外電極層可窄於電極層中對應的內電極層。然而，各實施例並非僅限於此，且 ESD 單元或胞元中的每一者的第一電極層及第二電極層的覆蓋面積或表面積可為不同的，以例如適應電極活性材料的莫耳體積的差異，如上例如參照圖 3A/圖 3B 所述。

【0129】 圖 22 說明在具有被串聯電性連接的多個能量儲存裝置（ESD）單元的薄膜式 ESD 2200D 的製作的各種階段處的中間結構，其中所述 ESD 單元中的每一者包括橫向相鄰的集電器及電極層，其中以與以上參照圖 21 所述方式類似的方式，第一電極及第二電極中的每一者被配置為多個同心環或徑向相鄰的集電器及電極。然而，不同於圖 21 所說明的 ESD 2100C，在圖 22 所說明的實施例中，以多個突出部或指狀物來對集電器及電極進行成形，使得極性相反的相鄰的電極之間的交疊面積得以增強以達成離子交換及/或較短的充電時間。

【0130】 中間結構 2200A 說明在印刷集電器之後的中間結構。類似於以上參照圖 21 所述的中間結構 2100A，中間結構 2200A 包括

具有徑向指向外的指狀物或突出部的圓形第一集電器 108，圓形第一集電器 108 設置於中心區處且是針對第一極性而配置。中間結構 2200B 另外包括圓形中間集電器 128，圓形中間集電器 128 環繞第一集電器 108 且具有徑向指向內的突出部及徑向指向外的突出部。中間結構 2200B 更包括圓形第二集電器 124，圓形第二集電器 124 環繞具有徑向指向內的突出部及徑向指向外的突出部的中間集電器 128 且是針對與第一極性相反的第二極性而配置。亦即，儘管整體徑向佈置類似於圖 21 中所說明的中間結構 2100A，然而不同於中間結構 2100A，第一圓形集電器 108 的外周邊包括徑向環繞中心條帶部分的多個規則間隔開的徑向釘狀物、突出部或指狀物。另外，中間集電器 128 的內周邊包括由外條帶部分徑向環繞的多個規則間隔開的徑向釘狀物、突出部或指狀物。第一圓形集電器 108 的突出部、指狀物或釘狀物與中間集電器 128 的指狀物或釘狀物為交織的，使得以與以上參照圖 10E 所述的方式相似的方式，第一圓形集電器 108 的與中間集電器 128 的指狀物或釘狀物在圓形方向上以給定半徑交替地形成。中間集電器 128 的外周邊包括多個規則間隔開的徑向突出部或波紋部（corrugation），且第二集電器 124 的內周邊包括多個規則間隔開的徑向突出部或波紋部。中間集電器 128 的突出部或波紋部與第二集電器 124 的突出部或波紋部為交織的，使得以與以上參照圖 10E 所述的方式相似的方式，中間圓形集電器 128 的與第二集電器 124 的突出部或波紋部是在圓形方向上以給定半徑交替地形成。

【0131】 中間結構 2200B 說明於在包括指狀物、釘狀物或突出部在內的第一集電器 108 之上或第一集電器 108 上方以及在中間集電器 128 的包括突出部及波紋部在內的外部分之上或所述外部分上方沈積或印刷第一電極層 112 之後的中間結構 2200A。

【0132】 中間結構 2200C 說明於在包括突出部或波紋部在內的第二集電器 124 之上或第二集電器 124 上以及在中間集電器 128 的包括中間集電器 128 的指狀物、釘狀物或突出部在內的內部分之上或所述內部分上方沈積或印刷第二電極層 120 之後的中間結構 2200B。

【0133】 被如此形成，第一集電器 108 上的內第一電極層 112 包括指向外的指狀物、釘狀物或突出部，且中間集電器 128 上的內第二電極 120 包括指向內的指狀物、釘狀物或突出部。第一電極層 112 的指狀物、釘狀物或突出部與第二電極層 120 的指狀物、釘狀物或突出部彼此交織且在圓形方向上以給定半徑交替地形成。類似地，中間集電器 128 上的外第一電極層 112 包括突出部或波紋部，且第二集電器 124 上的外第二電極層 120 包括突出部或波紋部。第一電極層 112 的突出部或波紋部與相鄰的第二電極層 120 的突出部或波紋部為交織的且在圓形方向上以給定半徑交替地形成。

【0134】 中間結構 2200D 說明以與以上參照圖 21 所述的方式類似的方式於在第一電極 112 之上或第一電極 112 上方以及在第二電極 120 之上或第二電極 120 上方並且在形成於相鄰的電極之間

的間隙中沈積或印刷分隔件 116 之後的中間結構 2200C。依此配置，在徑向方向上相鄰的成對的第一電極層 112 及第二電極層 120（由其之間的分隔件實體連接）表示 ESC 單元或胞元，且中間集電器 128 用於串聯電性連接被串聯連接的相鄰的 ESD 單元或胞元的第一電極層 112 與第二電極層 120。在所說明實施例中，二個 ESD 單元被串聯連接，其中第一（內）ESD 單元的第二電極層 120 經由中間集電器 128 電性連接至第二（外）ESD 單元的第一電極層 112。然而，可串聯連接 ESD 單元中的附加單元。

【0135】 在操作中，當在薄膜式 ESD 2200D 的第一集電器 108 與第二集電器 124 之間施加電壓時，以與以上參照圖 17 所述的方式類似的方式，可經由對應的分隔件 116 在每一 ESD 單元或胞元的第一電極層 112 的突出部與第二電極層 120 的突出部之間交換離子，其中單獨的 ESD 單元的輸出電壓被組合為所得 ESD 2200D 的輸出電壓。

【0136】 應瞭解，在圖 22 中，內 ESD 單元的及外 ESD 單元的電極及集電器的突出部可具有可尤其被配置成達成所期望離子交換增強效應的任何適合的形狀，例如，以上參照圖 10C 至圖 10E 所述的形狀中的任一者。

【0137】 應瞭解，除例如使類型相反的電極之間的離子交換增強等的增加的效用優點以外，具有如圖 22 所示那樣佈置的電極的 ESD 亦可例如對於可佩戴型裝置具有美觀優點。

【0138】 應瞭解，如本文所述，儘管一些 ESD 可被闡述為具有特

定數目的被串聯電性連接的 ESD 胞元或單元，然而各實施例並非僅限於此且可串聯電性連接任何數目的 ESD 單元，藉此形成具有任何適當高的輸出電壓的 ESD，所述輸出電壓是所述 ESD 中的各 ESD 胞元或單元的輸出電壓之和。舉例而言，每一 ESD 單元可具有為 0.5 伏至 1.0 伏、1.0 伏至 1.5 伏、1.5 伏至 2.0 伏、2.0 伏至 2.5 伏、2.5 伏至 3.0 伏、3.0 伏至 3.5 伏、3.5 伏至 4.0 伏、4.5 伏至 5.0 伏的輸出電壓、或者處於由該些值中的任一者界定的範圍（例如，1.4 伏至 2.7 伏）中的電壓。

【0139】 更應瞭解，如本文所述，儘管具有被串聯連接的 ESD 胞元或單元的一些 ESD 可具有已被說明的特定的集電器及/或電極形狀以及集電器及/或電極佈置，然而可存在其他形狀及佈置（例如，任何多邊形形狀以及線性及非線性佈置）來進一步增加極性相反的電極層之間的交疊面積，以增加電流。

與核心裝置整合於一起的可佩戴型薄膜式能量儲存裝置

【0140】 諸多可佩戴型個人電子產品可自與核心裝置整合於一起的能量儲存裝置（ESD）受益。為與作為可佩戴型裝置一部分的核心裝置整合於一起，理想情況下，ESD 應為撓性、輕量、可定製、可佩戴、適形於皮膚（skin-conforming）的、及/或可整體式地與核心裝置整合於一起。僅舉幾例，除其他之外，此種 ESD 可適合作為可佩戴型健康照護裝置而應用於健身、醫療診斷、修復學、及機器人學中。本文所述的薄膜式或印刷型 ESD 的各種實施例可有利地與作為各種可佩戴型裝置一部分的核心裝置整合於一起。

【0141】 圖 23 說明包括整合於一起的核心裝置 2304 及能量儲存裝置（ESD）1700 的可佩戴型裝置 2300 的平面圖，其中 ESD 1700 具有被電性串聯連接的多個單元或胞元。可佩戴型裝置 2300 可例如被配置為可佩戴在肢端上的手鐲。ESD 1700 被類似地配置為以上參照圖 17 所述的 ESD 1700，為簡潔起見，本文不再對其予以贅述。核心裝置 2304 可為電性連接至例如第二集電器 124 的任何適合的個人裝置，例如健康照護裝置或個人裝置。僅舉幾例，除其他裝置之外，根據本文所述的各種實施例可與 ESD 1700 整合於一起的核心裝置 2304 包括發光裝置，例如發光二極體、主動或被動射頻識別裝置（RFID）、藍芽（Bluetooth®）裝置、感測器、紅外線（IR）裝置（例如 IR 接收器）、介面電子產品、基於紫蜂（Zigbee®-based）的裝置、基於近場通訊（near-field communication，NFC）的裝置、智慧型帶環（smart band）、健康監測器、及追蹤裝置。

【0142】 在一些實施方案中，可佩戴型裝置 2300 可為預啟動式（pre-activated）。亦即，核心裝置 2304 與 ESD 1700 可被電性連接為經啟動電路的一部分。在一些其他實施方案中，可佩戴型裝置 2300 可被配置成由使用者在使用之前啟動。舉例而言，在所說明實施例中，可設置有一對可附接電極（例如，夾扣式（clip-on）電極），以使得核心裝置 2304 可在與 ESD 1700 電性連接成閉合電路的一部分後被啟動。後一種類型的配置可有利地將 ESD 1700 中所儲存的能量保存至可佩戴型裝置 2300 準備好使用為止。ESD 1700 中可存在被串聯電性連接的一或多個 ESD 單元，以滿足核心裝置

2304 的具體輸出電壓要求。

現場可配置型薄膜式能量儲存裝置

【0143】 在一些應用中，可期望使能量儲存裝置（ESD）成為「現場可配置」的。如本文所述，現場可配置性（field-configurability）指代使用者可在使用之前對 ESD 的電壓及/或容量進行定製的配置。如上所述，可藉由串聯連接二或更多個 ESD 單元或胞元來達到 ESD 的所期望操作電壓，其中所述 ESD 單元或胞元中的每一者將其電壓電位加至總的終端電壓。另一方面，可藉由並聯連接二或更多個 ESD 單元或胞元來達到所期望容量，其中所述 ESD 單元或胞元中的每一者將其容量加至以安時（ampere-hour，Ah）為單位的總容量。

【0144】 圖 24 說明具有由能量儲存裝置（ESD）單元或胞元形成的陣列的現場可配置薄膜式 ESD 2400 的平面圖，所述 ESD 單元或胞元形成於具有穿孔的基板上，以便可電性串聯或並聯連接所期望數目的單元或胞元來達成可定製電壓及/或容量。ESD 2400 包括呈絕緣材料薄片形式的基板 104。基板 104 包括多列水平穿孔 2404 及多行垂直穿孔 2408。成行的穿孔將基板 104 劃分成由單元基板形成的陣列，所述由單元基板形成的陣列是由所述多列水平穿孔 2404 及所述多行垂直穿孔 2408 形成。所述穿孔被配置成使得使用者可沿著任何所期望路徑進行撕裂，以界定具有所期望數目的單元基板的連續性基板，所述所期望數目的單元基板各自上形成有一個 ESD 單元或胞元。

【0145】 仍參照圖 24，在單元基板中的每一者中形成有與以上參照圖 4 所述的 ESD 400 類似的 ESD 胞元或單元，使得 ESD 2400 包括包含一或多列 ESD 胞元或單元及一或多行 ESD 胞元或單元的 ESD 胞元或單元陣列。ESD 2400 的每一列包括多個 ESD 單元，所述多個 ESD 單元包括如以上參照圖 19 所示 ESD 1900 所述那樣被配置的第一集電器 108、第二集電器 124 及一或多個中間集電器 128，為簡潔起見，本文不再對第一集電器 108、第二集電器 124 及一或多個中間集電器 128 予以贅述。另外，各行中的每一者中的 ESD 單元的第一集電器 108 彼此連接，各行中的每一者中的 ESD 單元的中間集電器 128 彼此連接，且各行中的每一者中的 ESD 單元的第二集電器 124 彼此連接。如此配置，給定列中的 ESD 胞元或單元被串聯電性連接，且給定行中的 ESD 胞元或單元被並聯電性連接。

【0146】 在使用中，可藉由沿著為由 ESD 胞元或單元形成的任何所期望圖案設定外形的穿孔進行撕裂來形成所述所期望圖案，使得所述 ESD 單元以電性串聯及/或電性並聯的組合方式被電性連接，以提供經定製的容量及輸出電壓。當藉由沿著穿孔進行撕裂來形成由 ESD 單元形成的圖案時，上覆集電器可藉由脆性斷裂而分離。

【0147】 儘管在所說明實施例中水平穿孔 2404 及垂直穿孔 2408 便利於對 ESD 單元的分離，然而各實施例並非僅限於此。在其他實施例中，可藉由凹槽、凹口、薄化區、壓印（impression）等來

便利於對 ESD 單元的分離。在又一些實施例中，可僅手動地或藉由使用裁切裝置（例如剪刀或刀子）來分離各 ESD 單元。

與薄膜式核心裝置整合於一起的薄膜式能量儲存裝置

【0148】 本文所述的各種薄膜式能量儲存裝置(ESD)可與由 ESD 供電的各種薄膜式核心裝置整合於一起，藉此形成包括薄膜式核心裝置及薄膜式 ESD 的整合型薄膜式電子裝置。部分地由於可使用類似的材料來印刷 ESD 的以及由薄膜式 ESD 供電的薄膜式核心裝置的不同組件，因此可達成有效整合。可（例如，直接）在由薄膜式 ESD 供電的薄膜式核心裝置上印刷薄膜式 ESD 的至少一些層，所述薄膜式核心裝置又可部分地或完全地由印刷組件或印刷層形成。在一些實施方案中，包括薄膜式 ESD 及薄膜式核心裝置的實質上整個整合型薄膜式電子裝置可藉由印刷來製作。

【0149】 包括薄膜式 ESD 及由所述 ESD 供電的整合型薄膜式核心裝置的整合型薄膜式電子裝置可具有各種優點。舉例而言，可如上所述來定製 ESD 的操作電流及/或電壓，以滿足整合型薄膜式核心裝置的操作功率與能量需求。另外，整合型薄膜式電子裝置可能夠減小薄膜式 ESD 與薄膜式核心裝置的組合的整體厚度及/或佔用區。另外，整合型薄膜式電子裝置可能夠減小製造製程步驟的整體數目。

【0150】 在以下所述的各種實施例中，可藉由（例如，直接）在由薄膜式 ESD 供電的薄膜式核心裝置上形成所述 ESD 的至少一個層來將所述 ESD 與由所述 ESD 供電的薄膜式核心裝置整合於

一起。作為另一選擇，可（例如，直接）在薄膜式 ESD 上形成由所述 ESD 供電的薄膜式核心裝置的至少一個層。舉例而言，可在由 ESD 供電的薄膜式核心裝置上印刷（例如，直接印刷）所述 ESD 的至少一個層。作為另一選擇，可在薄膜式 ESD 上印刷（例如，直接印刷）由所述 ESD 供電的薄膜式核心裝置的至少一個層。藉由使薄膜式 ESD 或薄膜式核心裝置中的一者的至少一個層形成或印刷於薄膜式 ESD 或薄膜式核心裝置中的另一者上，所述二個裝置可設置於可提供各種優點的相對位置處。舉例而言，藉由將薄膜式 ESD 或薄膜式核心裝置中的一者的至少一個層直接印刷於薄膜式 ESD 或薄膜式核心裝置中的另一者上，連接所述二個裝置的電性佈線量可得以降低。藉由降低薄膜式 ESD 與由所述 ESD 供電的薄膜式核心裝置之間的電性佈線量及串聯電阻，可歸因於電性佈線串聯電阻的過大電壓及/或能量的量又可得以降低或消除。

【0151】 圖 25 說明根據一些實施例的整合型薄膜式電子裝置 2500 的側視圖，整合型薄膜式電子裝置 2500 中整合有具有橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置（ESD）、以及具有橫向佈置的電性端子並由薄膜式 ESD 供電的薄膜式核心裝置。

【0152】 整合型薄膜式電子裝置 2500 包括形成於基板 104 上的薄膜式核心裝置 2504。薄膜式核心裝置 2504 上形成有第一端子 2508 及第二端子 2512，第一端子 2508 及第二端子 2512 被配置成自薄膜式 ESD 接收電力及能量。第一端子 2508 及第二端子 2512 彼此橫向相鄰地形成於薄膜式核心裝置 2504 之上或薄膜式核心裝

置 2504 上。可使用本文所述的適合的印刷製程來印刷薄膜式核心裝置 2504 的包括第一端子 2508 及第二端子 2512 在內的一或多個組件或層。

【0153】 薄膜式核心裝置 2504 可為適用於與薄膜式 ESD 整合於一起的任何適合的裝置，例如健康照護裝置或個人裝置。僅舉幾例，除其他裝置之外，薄膜式核心裝置 2504 可包括發光裝置（例如發光二極體）、聲學裝置、監測裝置、馬達裝置、移動裝置、顯示裝置、天線、主動或被動射頻識別裝置（RFID）、藍芽（Bluetooth®）裝置、感測器、紅外線（IR）裝置（例如 IR 接收器）、介面電子產品、基於紫蜂（Zigbee®-based）的裝置、A 波裝置、基於近場通訊（NFC）的裝置、智慧型帶環、健康監測器、健身追蹤裝置、智慧型手錶、位置追蹤裝置（例如 GPS 追蹤裝置）、低功率無線個人區域網路（low power wireless personal area network，LoWPAN）裝置、及低功率廣域網路（low power wide area network，LPWAN）裝置。

【0154】 第一端子 2508 可例如為正電源端子或負電源端子中的一者，且第二端子 2512 可例如為正電源端子或負電源端子中的另一者。第一端子 2508 及第二端子 2512 被配置成從中接收電力，以將電力及能量提供至薄膜式核心裝置 2504。

【0155】 仍參照圖 25，整合型薄膜式電子裝置 2500 另外包括形成於薄膜式核心裝置 2504 之上的整合型薄膜式 ESD。所述薄膜式 ESD 被定位成使得其至少一部分與下伏薄膜式核心裝置 2504 橫向

交疊。所述薄膜式 ESD 類似於參照圖 2A 及圖 2B 所說明的薄膜式 ESD 200。所述整合型薄膜式 ESD 包括第一集電器 108、第二集電器 124、第一電極層 112、第二電極層 120、及分隔件 116，且為簡潔起見，本文不再對對應的特徵予以贅述。

【0156】 在整合型薄膜式電子裝置 2500 中，第一集電器 108 及第二集電器 124 分別電性連接至第一端子 2508 及第二端子 2512。在所說明實施例中，有利地，由於薄膜式 ESD 形成於下伏薄膜式核心裝置 2504 之上以與下伏薄膜式核心裝置 2504 交疊，因此第一集電器 108 及第二集電器 124 可分別形成於或直接位於，例如，直接印刷於第一端子 2508 及第二端子 2512 上。應瞭解，當第一端子 2508 及第二端子 2512 如圖所說明分別直接形成於第一集電器 108 及第二集電器 124 上時，可省略一或多個中間導電元件（例如導線），藉此降低由所述中間導電元件耗散的過大電壓或能量。然而，各實施例並非僅限於此，且在一些其他實施例中，在第一集電器 108 與第一端子 2508 之間及/或在第二集電器 124 與第二端子 2512 之間可存在中間導電元件（例如，印刷型導電結構）。由於薄膜式 ESD 被相對定位成緊密鄰近薄膜式核心裝置 2504，因此自此所產生的電性串聯電阻量得以降低或最小化。

【0157】 圖 26 說明根據一些實施例的薄膜式電子裝置 2600 的側視圖，薄膜式電子裝置 2600 中整合有具有橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置（ESD）、以及具有垂直佈置式電性端子並由所述薄膜式 ESD 供電的薄膜式核心裝置。類似於參照圖 25

所說明的裝置，整合型薄膜式電子裝置 2600 包括形成於基板 104 上的薄膜式核心裝置 2504、以及整合型薄膜式 ESD。為簡潔起見，本文不再對整合型薄膜式電子裝置 2600 的與整合型薄膜式電子裝置 2500（圖 25）的特徵對應或相似的特徵予以贅述。

【0158】 薄膜式核心裝置 2504 上形成有第一端子 2508 及第二端子 2512 且被配置成自薄膜式 ESD 接收電力及能量。然而，不同於參照圖 25 所說明的薄膜式核心裝置，薄膜式核心裝置 2504 的第一端子 2508 及第二端子 2512 設置於薄膜式核心裝置 2504 的在垂直方向上相對的二個表面上。第一端子 2508 形成於薄膜式核心裝置 2504 的頂表面上且不延伸至薄膜式核心裝置 2504 的頂表面以外，而第二端子 2512 形成於薄膜式核心裝置 2504 的底表面上且延伸超出薄膜式核心裝置 2504 的底表面。

【0159】 仍參照圖 26，整合型薄膜式電子裝置 2600 另外包括形成於薄膜式核心裝置 2504 之上的整合型薄膜式 ESD。類似於以上參照圖 25 所述者，所述薄膜式 ESD 被定位成使得其至少一部分與下伏薄膜式核心裝置 2504 橫向交疊。整合型薄膜式 ESD 包括第一集電器 108、第二集電器 124、第一電極層 112、第二電極層 120、及分隔件 116。薄膜式核心裝置 2504 設置於第一集電器 108 與基板 104 之間，使得在第一集電器 108 及第一電極層 112 與薄膜式核心裝置 2504 交疊的同時，第二集電器 124 及第二電極層 120 形成於第二端子 2512 的延伸超出薄膜式核心裝置 2504 的底表面的部分上且不與薄膜式核心裝置 2504 交疊。

【0160】 圖 27 說明根據一些實施例的薄膜式電子裝置 2700 的側視圖，薄膜式電子裝置 2700 中整合有具有垂直堆疊的集電器及電極層的薄膜式 ESD、以及具有垂直佈置式電性端子並由薄膜式 ESD 供電的薄膜式核心裝置。

【0161】 類似於參照圖 25 及圖 26 所說明的裝置，整合型薄膜式電子裝置 2700 包括形成於基板 104 上的薄膜式核心裝置 2504、以及整合型薄膜式 ESD。為簡潔起見，本文不再對整合型薄膜式電子裝置 2700 的與整合型薄膜式電子裝置 2500、2600（圖 25、圖 26）的特徵類似或相似的特徵予以贅述。

【0162】 薄膜式核心裝置 2504 上形成有第一端子 2508 及第二端子 2512 且被配置成自薄膜式 ESD 接收電力及能量。類似於參照圖 26 所說明的薄膜式核心裝置，薄膜式核心裝置 2504 的第一端子 2508 及第二端子 2512 設置於薄膜式核心裝置 2504 的在垂直方向上相對的二個表面上。第一端子 2508 形成於薄膜式核心裝置 2504 的底表面上，且第二端子 2512 形成於薄膜式核心裝置 2504 的頂表面上。

【0163】 仍參照圖 27，類似於以上參照圖 25 及圖 26 所述的裝置，薄膜式 ESD 被定位成使得其至少一部分與薄膜式核心裝置 2504 橫向交疊。然而，不同於以上參照圖 25 及圖 26 所述的具有橫向相鄰的集電器及電極的整合型薄膜式 ESD，以與以上參照圖 1 所述的方式類似的方式，整合型薄膜式電子裝置 2700 的薄膜式 ESD 具有垂直堆疊的集電器及電極層。所述 ESD 包括上面形成有

多層之堆疊的基板 104。所述多層之堆疊包括形成於基板 104 之上或基板 104 上方的屬於第一類型的第一集電器 108、形成於第一集電器 108 之上或第一集電器 108 上方的屬於第一類型的第一電極層 112、形成於第一電極 112 之上或第一電極 112 上方的分隔件 116、形成於分隔件 116 之上或分隔件 116 上方的屬於第二類型的第二電極層 120、以及形成於第二電極層 120 之上或第二電極層 120 上方的屬於第二類型的第二集電器 124。第一集電器 108 橫向延伸至第一電極層 112 以外並超出第一電極層 112，且薄膜式核心裝置 2504 的第一端子 2508 被形成為與第一電極層 112 交疊、位於第一電極層 112 上或者接觸第一電極層 112。類似地，第二集電器 124 橫向延伸至第二電極層 120 以外並超出第二電極層 120，且薄膜式核心裝置 2504 的第二端子 2512 被形成為與第二電極層 120 交疊、位於第二電極層 120 上或接觸第二電極層 120。依此配置，包含第一電極層 112、分隔件 116 及第二電極層 120 的堆疊與包含第一端子 2508、薄膜式核心裝置 2504 及第二端子 2512 的堆疊相鄰地形成，其中此二個堆疊垂直夾置於第一集電器 108 與第二集電器 124 之間。

【0164】 圖 28 說明具有垂直佈置的電性端子並被配置成由本文所述的各種薄膜式能量儲存裝置供電的薄膜式發光裝置 2800。圖 29 說明整合型薄膜式電子裝置 2900 的側視圖，整合型薄膜式電子裝置 2900 中整合有具有橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式 ESD、以及參照圖 28 所說明的具有垂直佈置式電性端子並由薄膜式 ESD

供電的薄膜式發光裝置。類似於參照圖 26 所說明的裝置，整合型薄膜式電子裝置 2900 包括薄膜式電子裝置（其為薄膜式發光裝置 2800）及整合型薄膜式 ESD。為簡潔起見，本文不再對整合型薄膜式電子裝置 2900 的與整合型薄膜式電子裝置 2600（圖 26）的特徵類似或相似的特徵予以贅述。

【0165】 參照圖 28，薄膜式發光裝置 2800 可形成於基板 104 之上或基板 104 上，基板 104 可為透明玻璃或聚合基板，例如聚對苯二甲酸乙二醇酯（polyethylene terephthalate，PET）基板。發光裝置 2800 包括發光層 2804，發光層 2804 可包括一或多個發光元件，例如發光二極體（LED）。發光裝置 2800 上或發光裝置 2800 之上形成有被配置成自薄膜式 ESD 接收電力及能量的第一端子 2508 及第二端子 2512。第一端子 2508 及第二端子 2512 可設置於發光層 2804 的在垂直方向上相對的二個表面上。第一端子 2508 形成於發光層 2804 的頂表面上且不延伸至發光層 2804 的頂表面以外，而第二端子 2512 形成於發光層 2804 的底表面上且延伸超出發光層 2804 的底表面。

【0166】 在一些實施例中，發光裝置 2800 被配置成透過透明基板 104 發射光（hv）。在該些實施例中，第二端子 2512 包括透明導體。所述透明導體可例如包括氧化銦錫（indium tin oxide，ITO）或包含銀的薄膜（例如，基於奈米線的銀塗層）。第一端子 2508 可由本文所述的任何可印刷導電材料（例如，導電銀）形成。在所說明實施例中，可在第二端子 2512 上形成附加導電層 2812，以提供

機械穩定性、附加導電性或此二者。

【0167】 在一些實施例中，發光裝置 2800 可被包封（例如，氣密性地密封）於絕緣體層或鈍化層 2808（例如氧化物、氮化物或聚合物層）中，絕緣體層或鈍化層 2808 被配置成為發光層 2804 提供保護以免受例如水分或空氣等環境的有害影響。在該些實施例中，儘管圖中未示出，然而可在第一端子 2508 與發光層 2804 之間經由絕緣體層 2808 形成電性連接。

【0168】 參照圖 29，整合型薄膜式電子裝置 2900 另外包括形成於薄膜式發光裝置 2800 之上的整合型薄膜式 ESD 的至少一部分。類似於以上參照圖 26 所述的裝置，薄膜式 ESD 被定位成使得其至少一部分與薄膜式發光裝置 2800 橫向交疊。整合型薄膜式 ESD 包括第一集電器 108、第二集電器 124、第一電極層 112、第二電極層 120、及分隔件 116。薄膜式發光裝置 2800 設置於第一集電器 108 與基板 104 之間，使得第一集電器 108 及第一電極層 112 與薄膜式發光裝置 2800 交疊，且第二集電器 124 及第二電極層 120 形成於第二端子 2512 的延伸超出薄膜式發光層 2804 的底表面的部分上或者當存在附加導電層 2812 時形成於附加導電層 2812 上。

【0169】 圖 30 說明整合型薄膜式電子裝置 3000 的俯視圖，整合型薄膜式電子裝置 3000 中整合有包括被電性串聯連接的多個單元或胞元的薄膜式 ESD、以及具有垂直佈置的電性端子並由薄膜式 ESD 供電的薄膜式核心裝置（例如參照圖 28 所說明的發光裝置

2800)。薄膜式發光裝置 2800 以與以上參照整合型薄膜式電子裝置 2900(以上參照圖 29 所述)所述的方式類似的方式被配置及整合,且為簡潔起見,本文不再對對應的或類似的特徵予以贅述。然而,不同於薄膜式電子裝置 2900(圖 29),整合型薄膜式 ESD 包括多個單元或胞元。所述多個單元或胞元以與以上參照圖 16 及圖 17 所述的方式類似的方式被串聯連接,其中以與以上參照圖 2A/圖 2B 所述的方式類似的方式,所述 ESD 單元或胞元中的每一者包括橫向相鄰的集電器及電極。為簡潔起見,本文不再對與圖 2A/圖 2B 以及圖 16 及圖 17 所示特徵類似的對應特徵予以贅述。依此配置,整合型薄膜式 ESD 包括由分隔件 116 實體連接的成對的第一電極 112 及第二電極 120,其中每一對表示薄膜式 ESD 的單元或胞元。中間集電器 128 中的每一者用於串聯電性連接相鄰的 ESD 單元或胞元的第一電極 112 與第二電極 120。在所說明的整合型薄膜式 ESD 中,形成有三個被串聯連接的 ESD 單元或胞元,其中第一(最下部)ESD 單元的第二電極層 120 藉由第一(左側)中間集電器 128 電性連接至第二(左上部)ESD 單元的第一電極層 112,且第二(左上部)ESD 單元的第二電極層 120 藉由第二(右側)中間集電器 128 電性連接至第三(右上部)ESD 單元的第一電極層 112。

【0170】 仍參照圖 30,薄膜式發光裝置 2800 以與以上參照圖 29 所述的方式類似的方式被整合,其中第一端子 2508 電性連接至第一(最下部)ESD 單元的第一集電器 108 並設置於所述第一集電

器 108 下方。第二端子 2512（其可為透明的）以及視需要附加導電層 2812（當存在時）被電性連接至第三（右上部）ESD 單元的第二集電器 124 下方並設置於所述第二集電器 124 下方。發光層 2804 電性連接至第一端子 2508 並形成於第一端子 2508 下方。以與以上參照圖 29 所述的方式類似的方式，第二端子 2512 可形成於發光層 2804 的底表面上且橫向延伸以例如藉由附加導電層 2812（當存在時）電性連接至第三（右上部）ESD 單元的第二集電器 124。儘管圖中未說明，然而至少薄膜式發光裝置 2800 可形成於透明基板之上或透明基板上方，以使得光可透過所述透明基板而傳輸，如上參照圖 29 所述。

【0171】 仍參照圖 30，在一些實施例中，整合型薄膜式電子裝置 3000 更包括開關 3004，開關 3004 可被配置成在被嚙合或啟動時電性啟動整合型薄膜式電子裝置 3000 的電路。開關 3004 可以任何適合的方式被嚙合，例如，在被機械地按壓後被嚙合。在一些實施例中，開關 3004 可為一次性開關。舉例而言，開關 3004 可被配置為包含導電流體或可變形材料的按鈕，所述按鈕電性連接或短接中間集電器 128 中的一者的最初可被電性隔開的部分。在所說明實施例中，第一（左側）中間集電器 128 最初可被電性分隔成多個（上部及下部）部分，所述多個（上部及下部）部分可在開關 3004 被啟動（例如，藉由機械地按壓按鈕）後被電性短接。然而，各實施例並非僅限於此，且開關 3004 可藉由任何其他適合的機制（例如，電阻改變或光活化（photo-activation））來啟動。

【0172】 圖 31 說明實際製作的整合型薄膜式電子裝置 3100 的俯視光學顯微照片，整合型薄膜式電子裝置 3100 中整合有包括被電性串聯連接的多個單元或胞元的薄膜式能量儲存裝置。每一單元或胞元的電極中的每一者具有多個規則地隔開的伸長突出部或指狀物。整合型薄膜式電子裝置 3100 中另外整合有與以上參照圖 28 所述的薄膜式發光裝置類似的薄膜式發光裝置，所述薄膜式發光裝置具有垂直佈置式電性端子並由薄膜式 ESD 供電。整合型薄膜式電子裝置 3100 以與以上參照整合型薄膜式電子裝置 3000（圖 30）所述的方式類似的方式被配置及整合，且為簡潔起見，本文不再對對應的或類似的特徵予以贅述。類似於薄膜式電子裝置 3000（圖 30），薄膜式電子裝置 3100 包括包含被串聯連接的多個單元或胞元的整合型薄膜式 ESD。然而，在整合型薄膜式電子裝置 3100 中，以與以上參照圖 10E 所述的方式類似的方式，每一單位晶格（unit cell）包括具有條帶部分及多個規則間隔開的突出部、指狀物、齒狀物或釘狀物的第一電極層 112 及第二電極層 120，其中第一電極層 112 的與第二電極層 120 的伸長突出部、指狀物、齒狀物或釘狀物為交織或交錯的，使得其在橫向方向上交替，藉此使第一電極層 112 與第二電極層 120 的交疊邊緣長度增加。被如此配置，整合型薄膜式 ESD 包括由分隔件 116 連接的成對的第一電極層 112 及第二電極層 120，其中每一對表示 ESD 單元。中間集電器 128 中的每一者用於串聯電性連接相鄰的 ESD 單元或胞元的第一電極 112 與第二電極 120。在所說明的整合型薄膜式 ESD 中，

形成有三個被串聯連接的 ESD 單元或胞元，其中第一（左上部）ESD 單元的第二電極層 120 電性連接至第二（右上部）ESD 單元的第一電極層 112，且第二（右上部）ESD 單元的第二電極層 120 電性連接至第三（右下部）ESD 單元的第一電極層 112。

【0173】 仍參照圖 31，薄膜式發光裝置 2800 以與以上參照圖 30 所述的方式類似的方式被整合，且為簡潔起見，本文不再對對應的特徵予以贅述。第一端子電性連接至第一（右上部）ESD 單元的第一中間集電器 128 並設置於所述第一中間集電器 128 下方，且第二端子（其可為透明的）及視需要附加導電層（當存在時）被電性連接至第二（右上部）ESD 單元的第二中間集電器 128 並設置於所述第二中間集電器 128 下方。至少薄膜式發光裝置 2800 可形成於透明基板之上或透明基板上，使得光可透過所述透明基板而傳輸。在所說明實施例中，在開關 3004 被啟動後，第一（左上部）ESD 單元的第一集電器 108 已電性短接至第三（右下部）ESD 單元的第二集電器 124。

【0174】 應瞭解，儘管在以上參照圖 25 至圖 31 所述的整合型薄膜式電子裝置中的每一者中，薄膜式 ESD 的第一集電器及第二集電器分別電性連接至薄膜式核心裝置的第一端子及第二端子，其中第一集電器及第一端子為單獨的層，且第二集電器及第二端子為離散的層，然而各實施例並非僅限於此。在一些其他實施例中，薄膜式 ESD 的第一集電器與薄膜式核心裝置的第一端子可形成為單個整合型薄膜層。類似地，薄膜式 ESD 的第二集電器與薄膜式

核心裝置的第二端子可形成為單個整合型薄膜層。亦即，將薄膜式 ESD 與薄膜式核心裝置彼此直接上下形成可容許第一集電器及第一端子中的一者或另一者被省略，及/或容許第二集電器及第二端子中的一者或另一者被省略。

與能量收穫裝置整合於一起的可再充電薄膜式能量儲存裝置

【0175】 本文所述的各種薄膜式能量儲存裝置（ESD）可與薄膜式能量收穫裝置整合於一起，藉此形成整合型可再充電薄膜式 ESD。類似於本文所述的與薄膜式 ESD 整合於一起的各種薄膜式核心裝置，可使用類似的材料及方法來印刷薄膜式 ESD 的以及為所述薄膜式 ESD 充電或再充電的薄膜式能量收穫裝置的組件。薄膜式能量收穫裝置的至少一些層可形成或印刷（例如，直接形成或印刷）於薄膜式 ESD 上，或者反之亦然。在一些實施方案中，可藉由印刷來製作包括薄膜式 ESD 及薄膜式能量收穫裝置的實質上整個整合型電子裝置。

【0176】 在以下所述的各種實施例中，可藉由以下操作將薄膜式 ESD 與被配置成為所述薄膜式 ESD 充電/再充電的薄膜式能量收穫裝置整合於一起：在薄膜式能量收穫裝置上形成或印刷（例如，直接形成或印刷）ESD 的至少一個層。作為另一選擇，可在薄膜式 ESD 上形成或印刷（例如，直接形成或印刷）薄膜式能量收穫裝置的至少一個層。藉由使薄膜式 ESD 或薄膜式能量收穫裝置中的一者的至少一個層形成或印刷於薄膜式 ESD 或薄膜式能量收穫裝置中的另一者上，所述二個裝置可設置於可提供各種優點的相

對位置處。舉例而言，藉由將薄膜式 ESD 或薄膜式能量收穫裝置中的一者的至少一個層直接印刷於薄膜式 ESD 或薄膜式能量收穫裝置中的另一者上，連接所述二個裝置的電性佈線量可得以降低。藉由降低薄膜式 ESD 與薄膜式能量收穫裝置之間的電性佈線量及串聯電阻，可由電性佈線串聯電阻耗散的過大電壓及/或能量的量又可得以降低或消除。

【0177】 如本文所述，能量收穫可涉及將非電性形式的能量轉換成電性形式的能量，例如電荷或電壓。薄膜式能量收穫裝置可為被配置成自環境收穫能量的任何適合的裝置，僅舉幾例，例如，光伏裝置、熱電裝置、壓電裝置、無線充電裝置、摩擦收穫裝置（tribological harvesting device）、基於 RF 的能量收穫裝置、焦電（pyroelectric）能量收穫裝置、電容性能量收穫裝置、微生物能量收穫裝置、及磁限制（magnetorestrictive）能量收穫裝置。薄膜式能量收穫裝置可被配置成部分地或完全地供應電力來為薄膜式 ESD 充電或再充電，使得薄膜式 ESD 又可在不連接單獨的電源供應器的情況下長時間週期地將能量及電力供應至與其連接或整合於其中的核心裝置。

【0178】 圖 32 及圖 33 說明整合型薄膜式電子裝置 3200A/3200B 的側視圖，整合型薄膜式電子裝置 3200A/3200B 中整合有具有橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置（ESD）、以及被配置成為薄膜式 ESD 充電/再充電的薄膜式能量收穫裝置。圖 32 說明整合型 ESD 處於充電模式的整合型薄膜式電子裝置 3200A，

而圖 33 說明整合型 ESD 處於放電模式的整合型薄膜式電子裝置 3200B。

【0179】 整合型薄膜式電子裝置 3200A/3200B 包括形成於基板（為清晰起見而未示出）之上或所述基板上方的整合型薄膜式 ESD。薄膜式 ESD 包括被橫向相鄰設置的第一集電器 108 及第二集電器 124、以及被橫向相鄰設置的第一電極層 112 及第二電極層 120。以與以上例如參照圖 2A/圖 2B 所說明 ESD 所述的方式類似的方式，第一電極層 112 及第二電極層 120 分別形成於第一集電器 108 及第二集電器 124 上方或第一集電器 108 及第二集電器 124 之上。分隔件 116 設置於將第一集電器 108 與第二集電器 124 隔開的間隙中以及將第一電極層 112 與第二電極層 120 隔開的間隙中。為簡潔起見，本文不再對以上已闡述的類似的對應特徵予以贅述。然而，不同於以上參照圖 2A/圖 2B 所述的 ESD，儘管分隔件 116 形成於在第一電極層 112 與第二電極層 120 之間形成的間隙中，然而分隔件 116 不形成於第一電極層 112 及第二電極層 120 之上。

【0180】 第一電極層 112 及第二電極層 120 可包括以上所述的任何適合的活性材料對，例如，Ag/ZnO 對或 Mn/ZnO 對。

【0181】 仍參照圖 32 及圖 33，整合型薄膜式電子裝置 3200A/3200B 在薄膜式 ESD 之上或薄膜式 ESD 上方形成有一或多個薄膜式能量收穫裝置。所述一或多個薄膜式能量收穫裝置被定位成使得其至少一部分與下伏薄膜式 ESD 橫向交疊。在所說明示

例性配置中，第一薄膜式能量收穫裝置 3204A 形成於第一電極層 112 之上或第一電極層 112 上並垂直設置於第一電極層 112 與第一導電層 3220A 之間。當下伏薄膜式能量收穫裝置包括光伏裝置時，第一導電層 3220A 可為透明的。第二薄膜式能量收穫裝置 3204B 形成於第二電極層 120 之上或第二電極層 120 上並垂直設置於第二電極層 120 與第二導電層 3220B 之間。當下伏薄膜式能量收穫裝置包括光伏裝置時，第二導電層 3220B 可為透明的。

【0182】 在所說明實例中，第一薄膜式能量收穫裝置 3204A 及第二薄膜式能量收穫裝置 3204B 中的每一者為光伏裝置，例如，太陽能電池。第一薄膜式能量收穫裝置 3204A 包括第一光伏層 3208A，第一光伏層 3208A 可包含第一活性材料或吸收材料、或者由 p 型半導體材料與 n 型半導體材料形成的第一異質接面(heterojunction) 或 PN 接面且可形成於第一電子傳輸層 3216A 與第一電洞傳輸層 3212A 之間。類似地，第二薄膜式能量收穫裝置 3204B 包括第二光伏層 3208B，第二光伏層 3208B 可包含第二活性材料或吸收材料、或者由 p 型半導體材料與 n 型半導體材料形成的第二異質接面或 PN 接面且可形成於第二電子傳輸層 3216B 與第二電洞傳輸層 3212B 之間。第一薄膜式能量收穫裝置 3204A 與第二薄膜式能量收穫裝置 3204B 可在被串聯電性連接的同時由分隔件 116 或絕緣層 3228 實體隔開。可例如藉由電性連接第一導電層 3220A 與第二導電層 3220B 的二極體 3224 來形成串聯連接。串聯二極體 3224 可被配置成當第一薄膜式能量收穫裝置 3204A 及第二薄膜式能量

收穫裝置 3204B 處於充電模式時處於正向偏壓下，且當第一薄膜式能量收穫裝置 3204A 及第二薄膜式能量收穫裝置 3204B 處於放電模式時處於反向偏壓下。

【0183】 參照圖 32，在以充電模式操作時，由第一光伏層 3208A 及第二光伏層 3208B 中的每一者吸收的光子（hv）可在其中產生被分成電子及電洞的激子（exciton）或者直接產生電子與電洞對。電子行進穿過第一電子傳輸層 3216A 及第二電子傳輸層 3216B，且電洞行進穿過第一電洞傳輸層 3212A 及第二電洞傳輸層 3212B。來自第一電子傳輸層 3216A 的電子由第一導電層 3220A 收集，且來自第二電子傳輸層的電子由第二電極層 120 收集。相反地，來自第一電洞傳輸層 3212A 的電洞由第一電極層 112 收集，且來自第二電洞傳輸層的電洞由第二導電層 3220B 收集。藉由小箭頭來指示自第一電極層 112 穿過第一光伏層 3208A、第一導電層 3220A、可受到正向偏壓的二極體 3224、第二導電層 3220B 及第二光伏層 3208B 到達第二電極層 120 的整體電子流方向。藉由大箭頭來指示經由分隔件 116 在第一電極層 112 與第二電極層 120 之間的對應離子傳輸。

【0184】 參照圖 33，在以放電模式操作時，薄膜式能量收穫裝置可為非作用的，且電荷由負載裝置或核心裝置（例如，以上所述的與薄膜式 ESD 的第一集電器 108 及第二集電器 124 連接並由薄膜式 ESD 供電的薄膜式核心裝置中的任一者）耗散。藉由小箭頭來指示電子流方向，且藉由大箭頭來指示離子流。二極體 3224 可有

利地受到反向偏壓以有效地阻止暗電流，藉此改良薄膜式 ESD 的效率。

【0185】 應瞭解，第一能量收穫裝置 3204A 及第二能量收穫裝置 3204B 可為任何適合的薄膜式光伏裝置。能量收穫裝置 3204A、3204B 的至少一個層可為印刷而成。舉例而言，可印刷光伏層 3208A、3208B 包含有機聚合物、無機硫屬化物或鈣鈦礦材料。

【0186】 僅舉幾例，光伏層 3208A、3208B 的實例包括有機聚合物，例如聚[2-甲氧基-5-(20-乙基己氧基)-對伸苯基伸乙烯基]（poly[2-methoxy-5-(20-ethylhexyloxy)-p-phenylene vinylene]，MEH + PPV）、聚(3-己基噻吩-2,5-二基)(poly(3-hexylthiophene-2,5-diyl)，P3HT）、聚(N-烷基-2,7-咔唑)（PCDTBT）、聚[(4,4-雙(2-乙基己基)-環戊-[2,1-b;3,4]-b']二噻吩)-2,6-二基 alt-2,1,3-苯并噻二唑-4,7-二基]（poly[(4,4-bis(2-ethylhexyl)-cyclopenta-[2,1-b;3,4-b']dithiophene)-2,6-diylalt-2,1,3-benzothiadiazole-4,7-diyl]，PCPDTBT）、聚[(4,4'-雙(2-乙基己基)二噻吩并[3,2-b:20,30-d]噻咯)-2,6-二基-alt-(2,1,3-苯并噻二唑)-4,7-二基]（poly[(4,4'-bis(2-ethylhexyl)dithieno[3,2-b:20,30-d]silole)-2,6-diyl-alt-(2,1,3-benzothiadiazole)-4,7-diyl]，PSBTBT）、聚[(2,5-雙(2-己基癸氧基)伸苯基)-alt-(5,6-二氟-4,7-二(噻吩-2-基)苯并[c]-[1,2,5]噻二唑)]（poly[(2,5-bis(2-hexyldecyloxy)phenylene)-alt-(5,6-difuoro-4,7-di(thiophen-2-yl)benzo[c]-[1,2,5]thiadiazole)]，PPDT2FBT）、聚[(5,6-二氟-2,1,3-苯并噻二唑-4,7-二基)-alt-(3,3000-二(2-辛基十二

烷基)-2,20; 50,20';50',20''-四噻吩-5,50''-二基)]（poly[(5,6-difluoro-2,1,3-benzothiadiazol-4,7-diyl)-alt-(3,3000-di(2-octyldodecyl)-2,20;50,20';50',20''-quaterthiophen-5,50''-diyl)]，PffBT4T-2OD）、或其組合。

【0187】 僅舉幾例，光伏層 3208A、3208B 的實例包括無機硫屬化物（chalcogenide），例如，硒化銅銦鎵（copper indium gallium selenide，CIGS）、硫化銅鋅錫（coper zinc tin sulfide，CZTS）、硒化銅鋅錫（copper zinc tin selenide，CZTSe）、或者其合金或其組合。

【0188】 光伏層 3208A、3208B 的實例包括鈣鈦礦材料。鈣鈦礦材料可包括有機材料及無機材料中的一者或二者。一些鈣鈦礦材料包括具有鈣鈦礦晶體結構的有機-無機混合材料。鈣鈦礦晶體結構可被表示為 ABX_3，其中 A 是有機（或無機）陽離子（例如，甲基銨離子（MA^+）、甲脒離子（FA^+）、Cs^+等），B 是金屬陽離子（例如，Pb^{2+}、Sn^{2+}等），且 X 是陰離子（例如，I^-、Br^-、Cl^-、SCN^-等）。僅舉幾例，鈣鈦礦材料可例如包括 $MAPbI_3$（α 相，四方結構）、$MAPbI_3$（β 相，四方結構）、$MAPbI_3$（γ 相，斜方結構）、$MAPbCl_3$（α 相，立方結構）、$MAPbCl_3$（β 相，四方結構）、$MAPbCl_3$（γ 相，斜方結構）、$MAPbBr_3$（α 相，立方結構）、$MAPbBr_3$（β 相，四方結構）、$MAPbBr_3$（γ 相，四方結構）、$MAPbBr_3$（δ 相，斜方結構）、$MASnI_3$（α 相，正方結構）、$MASnI_3$（β 相，四方結構）、$FAPbI_3$（α 相，三方結構）、$FAPbI_3$（β 相，三方結構）、$FASnI_3$（α 相，斜方

結構）、$FASnI_3$（β 相，斜方結構）、或其組合。

【0189】 第一電子傳輸層 3216A 及第二電子傳輸層 3216B 被配置成具有良好的電子傳輸性質，且當光透過第一電子傳輸層 3216A 及第二電子傳輸層 3216B 被收集時，第一電子傳輸層 3216A 及第二電子傳輸層 3216B 對於太陽輻射為透明的。僅舉幾例，可使用的材料的實例包括 ZnO、TiO_x、Cs_2CO_3、Nb_2O_5、以及其他適合的金屬氧化物或聚合材料。

【0190】 第一電洞傳輸層 3212A 及第二電洞傳輸層 3212B 被配置成具有良好的電洞傳輸性質，且當光透過第一電洞傳輸層 3212A 及第二電洞傳輸層 3212B 被收集時，第一電洞傳輸層 3212A 及第二電洞傳輸層 3212B 對於太陽輻射為透明的。僅舉幾例，可使用的材料的實例包括聚合物（例如，PEDOT:PSS）或金屬氧化物（例如，MoO_3、V_2O_5、WO_3 及 NiO）。

【0191】 仍參照圖 32 及圖 33，有利地，由於第一薄膜式能量收穫裝置 3204A 及第二薄膜式能量收穫裝置 3204B 形成於下伏薄膜式 ESD 之上、下伏薄膜式 ESD 上方或直接形成於下伏薄膜式 ESD 上方以與下伏薄膜式 ESD 交疊，因此所得整合型薄膜式電子裝置 3200A/3200B 可為垂直及水平緊湊的。此外，當第一薄膜式能量收穫裝置 3204A 及第二薄膜式能量收穫裝置 3204B 分別直接形成於第一電極層 112 及第二電極層 120 上方時，可省略一或多個中間導電元件（例如導線）以降低相關聯的串聯電阻，藉此降低由中間導電元件耗散的過大電壓或能量。然而，各實施例並非僅限於此，

且在其他實施例中，分別在第一薄膜式能量收穫裝置 3204A 及第二薄膜式能量收穫裝置3204B與第一電極層112及第二電極層120之間可存在中間導電元件，例如，印刷型導電結構。

【0192】 當下伏第一薄膜式能量收穫裝置 3204A 及下伏第二薄膜式能量收穫裝置 3204B 包括光伏裝置時，第一導電層 3220A 及第二導電層 3220B 可為透明的。舉例而言，第一導電層 3220A 及第二導電層 3220B 可包含石墨烯。

【0193】 在所說明實施例中，第一光伏層 3208A 及第二光伏層 3208B 中的每一者可具有介於約 1 微米至 5 微米的範圍中的厚度；第一電子傳輸層 3216A 及第二電子傳輸層 3216B 中的每一者可具有介於約 1 微米至 2 微米的範圍中的厚度;第一電洞傳輸層 3212A 及第二電洞傳輸層 3212B 中的每一者可具有介於約 1 微米至 10 微米的範圍中的厚度；第一導電層 3220A 及第二導電層 3220B 中的每一者可具有介於約 10 微米至 100 微米的範圍中的厚度；分隔件 116 可具有介於約 10 微米至 400 微米或 10 微米至 200 微米的範圍中的厚度；且第一電極層 112 及第二電極層 120 中的每一者可具有 0.1 微米至 2 微米、0.1 微米至 1 微米或 0.5 微米至 1 微米的厚度。

【0194】 圖 34 說明整合型薄膜式電子裝置 3400 的側視圖，整合型薄膜式電子裝置 3400 中整合有具有橫向相鄰的集電器及電極層的薄膜式能量儲存裝置（ESD）、以及被配置成為薄膜式 ESD 充電/再充電的薄膜式能量收穫裝置。薄膜式電子裝置 3400 類似於以上

參照圖 32、圖 33 所述的薄膜式電子裝置 3200A/3200B，只不過薄膜式電子裝置 3400 包括各種特徵的一些替代佈置。舉例而言，在所說明實施例中，自第一能量收穫裝置及第二能量收穫裝置中的每一者省略了電洞傳輸層。因此，第一能量收穫裝置及第二能量收穫裝置分別包括第一光伏層 3208A 及第二光伏層 3208B 且分別包括第一電子傳輸層 3216A 及第二電子傳輸層 3216B，但不包括電洞傳輸層。

【0195】 另外，在所說明實施例中，以與以上所述的方式類似的方式，第一電極層 112 的與第二電極層 120 的厚度為不同的，以適應各自的電極活性材料的化學計量比率。

【0196】 另外，在一些實施例中，第一光伏層 3208A 及第二光伏層 3208B 中的一者或二者包含由奈米多孔絕緣材料（僅舉幾例，例如矽藻外殼、沸石、纖維素纖維、玻璃纖維、或多孔氧化鋁）形成的吸收材料或活性材料。

具有延長的儲放壽命（shelf life）的未活化的薄膜式能量儲存裝置

【0197】 能量儲存裝置的儲放壽命是用於闡述自能量儲存裝置被製成的時間起而量測的時間週期的用語，在所述時間週期期間，所儲存的能量儲存裝置保持有效、有用或適用於消耗。儲放壽命是自能量儲存裝置被製成的時間起而量測或計算，且可能會縮短儲放壽命的過程之一是自放電。除其他原因之外，自放電可起源於當 ESD 未被使用時在開路條件下發生的化學反應。促成自放電的化學反應不僅包括薄膜式 ESD 的涉及在開路條件下發生的離子流的

電化學反應，而且包括並非電化學反應一部分的「副反應」。例如儲存期間的溫度及濕度等的外部因素繼而亦可影響自放電。舉例而言，較高的溫度可使副反應加速。當薄膜式 ESD 未被氣密性地密封或被不恰當地密封時，來自環境的水分及氧氣可促進薄膜式 ESD 中發生副反應。發明人已認識到，藉由將薄膜式 ESD 配置成使得在使用之前引起自放電的化學效應可得以抑制及/或延遲，能量儲存裝置的儲放壽命可顯著改良。一種延長儲放壽命的方式是將薄膜式能量儲存裝置配置成使得可起始電化學之化學反應的活化過程或者起始自放電的離子流被延遲至使用者準備好使用薄膜式 ESD 為止。可例如藉由提供具有乾燥的分隔件而不具有電解質的薄膜式 ESD 來使活化延遲，且可在稍後時間（例如，在使用之前）藉由添加電解質來使薄膜式 ESD 活化。發明人已認識到，藉由使用本文所述的具有各種配置的薄膜式能量儲存裝置以及使活化延遲的方法，儲放壽命可被延長至少一年或一年以上。

【0198】 圖 35 說明適以延長儲放壽命的薄膜式能量儲存裝置的製造套件 3500。製造套件 3500 包括具有橫向相鄰的集電器及電極層、以及乾燥的分隔件的薄膜式能量儲存裝置、以及被配置成在使用之前將乾燥的分隔件潤濕的單獨提供式電解質。製造套件 3500 包括未活化的薄膜式能量儲存裝置（ESD）3520 及位於容器/施加器 3504 中的電解質 3508。

【0199】 未活化的薄膜式能量儲存裝置 3520 包括基板 104，基板 104 上形成有彼此橫向相鄰設置的第一集電器 108 及第二集電器

124。未活化的薄膜式 ESD 3520 另外包括分別形成於第一集電器 108 及第二集電器 124 上的第一電極層 112 及第二電極層 120。未活化的薄膜式 ESD 3520 另外包括形成於第一電極層 112 及第二電極層 120 之上的乾燥或無電解質的分隔件 3516。除乾燥的分隔件 3516 之外，未活化的薄膜式 ESD 3520 的其他特徵皆可類似於以上參照圖 2A/圖 2B 所述的特徵，且為簡潔起見，本文不再對對應的或類似的特徵予以贅述。

【0200】 仍參照圖 35，乾燥的分隔件 3516 被配置成遍及分隔件 3516 而接收及吸收電解質 3508，以使薄膜式能量儲存裝置 3520 活化。在一些實施例中，乾燥的分隔件 3516 包含尤其適於遍及乾燥的分隔件 3516 有效且快速地吸收及鋪展電解質的多孔材料或由所述多孔材料形成。除其他多孔的及/或吸收性材料之外，可使用的多孔材料的實例包括以上所述的多孔的及吸收性材料中的一或多者，包括矽藻外殼、沸石、纖維素纖維、玻璃纖維、氧化鋁、矽膠、碳分子篩、天然黏土類固體、聚合吸收劑、或其組合。可使用以上所述的一或多種聚合物黏結劑將所述一或多種多孔的及吸收性材料一起保持至及/或黏附至第一電極層 112 及第二電極層 120。如此形成的乾燥或無電解質的分隔件 3516 適以在被施加電解質 3508 時快速且均勻地鋪展電解質 3508。亦可向乾燥的分隔件 3516 添加特殊添加劑（例如以上所述的一或多種界面活性劑），以改良電解質 3508 對乾燥的分隔件 3516 的潤濕特性。

【0201】 在一些實施例中，可省略乾燥的分隔件 3516。舉例而言，

在一些實施例中，電解質 3508 可簡單地直接鋪展於第一電極層 112 的及第二電極層 120 的表面之上，藉此為第一電極層 112 與第二電極層 120 之間的離子傳輸形成充足離子橋。

【0202】 儘管在圖 35 所說明的實施例中，乾燥的分隔件 3516 垂直形成於第一電極層 112 及第二電極層 120 之上且橫向形成於第一電極層 112 與第二電極層 120 之間的間隙 210 中，然而各實施例並非僅限於此。在一些實施例中，乾燥的分隔件 3516 可例如使用薄膜沈積技術而形成或沈積於間隙 210 中，但自第一電極層 112 的及第二電極層 120 的頂表面被省略。此種佈置可尤其適用於捲對捲製作技術。

【0203】 仍參照圖 35，電解質 3508 被配置成施加至乾燥的分隔件 3516，以使未活化的薄膜式 ESD 3520 活化。電解質 3508 包括以上所述的適以有效地將乾燥的分隔件 3516 潤濕的任何適合的液體電解質。在一些實施例中，電解質 3508 被配置成具有低揮發性，此可為有利的且尤其與相對長的儲存時間相容。舉例而言，藉由將離子液體包含於電解質 3508 中，電解質 3508 的揮發性可顯著降低，此又可顯著延長儲放壽命。在一些實施例中，可將以上所述的一或多種添加劑包含於電解質 3508 中，以改良電解質 3508 的鋪展特性或吸收特性。舉例而言，可添加以上所述的一或多種低黏度添加劑，以提高電解質 3508 的鋪展速度。在一些情形中，可添加界面活性劑以增強快速鋪展。應瞭解，所揭露的添加劑可為實質上電化學穩定的。

【0204】 應瞭解，本文所揭露的具有橫向相鄰的第一電極及第二電極的各種薄膜式 ESD 的結構性佈置尤其適用於實作製造套件 3500。舉例而言，當各電極彼此相鄰地設置時及/或當各電極的實質上所有主表面被暴露出以輕易地接收電解質 3508 時，電解質 3508 可被較輕易地施加及鋪展。此類佈置的實例如以上參照圖 2A/圖 2B、圖 3A/圖 3B、圖 9、圖 10A 至圖 10E、圖 11A、圖 11B、圖 12A 至圖 12D、圖 13、圖 16、圖 17、圖 20、圖 21 及圖 22 所述者。然而，各實施例並非僅限於此，且可在其中可能並非使各電極的實質上所有主表面直接暴露出的其他電極佈置中實作使未活化的薄膜式 ESD 活化的概念，只要乾燥的分隔件（當存在時）具有暴露部分即可，可藉由所述暴露部分施加電解質 3508。舉例而言，以上參照圖 1、圖 4、圖 5、圖 6、圖 7、圖 8、圖 14A 至圖 14D、圖 15、圖 18、圖 19、圖 23 及圖 24 所述的電極佈置可被製作成具有至少部分地暴露出以接收及吸收電解質的乾燥的分隔件，且因此可實作於本文所述的製造套件中。此外，以上參照圖 25 至圖 31 所述的整合型薄膜式電子裝置可被製作成具有至少部分地暴露出以接收及吸收電解質的乾燥的分隔件，使得所述整合型薄膜式電子裝置可按需求被活化。類似地，以上參照圖 25 至圖 34 所述的整合型薄膜式電子裝置可被製作成具有至少部分地暴露出以接收及吸收電解質的薄膜式 ESD 的乾燥的分隔件，使得所述整合型薄膜式電子裝置整體上可按需求被活化。

【0205】 因此，在各種實施例中，由於將電解質 3508 添加至乾

燥的分隔件 3516 被延遲至使用為止，因此在未活化的薄膜式 ESD 3520 的活化之前發生的自放電量可忽略不計。

【0206】 應瞭解，可利用任何適合的能量儲存裝置化學性質及材料來實作活化的延遲，例如，US9520598B2 中所揭露的 Zn/MnO_2 系能量儲存裝置及 US9786926B2 中所揭露的 Zn/AgO 系能量儲存裝置，所述參考文獻的內容全文併入本文中供參考。

【0207】 仍參照圖 35，電解質 3508 可儲存於尤其適於使儲存及向未活化的薄膜式 ESD 3520 的施加容易的儲存容器或施加器 3504 中。容器 3504 可被配置成儲存與電極 112、120 的莫耳質量一致的適合量的電解質 3508。儲存容器 3504、電解質 3508 及使用電解質 3508 使未活化的薄膜式 ESD 3520 活化的方法的示例性實施方案包括但不限於：

【0208】 （1）包括具有長且細的管的塑膠袋的容器 3504。電解質 3508 可被裝盛且被阻止由毛細管力釋放，直至對容器 3504 的主體施加充足壓力為止。

【0209】 （2）包括密封式塑膠容器的容器 3504，所述密封式塑膠容器具有可被弱化的小區域。電解質 3508 可在對塑膠容器的主體施加壓力後被釋放，藉此使塑膠容器的弱化區域裂開。弱化部分可被佈置成將電解質 3508 的流引導至未活化的薄膜式 ESD 3520 的所期望區域。

【0210】 （3）包括塑膠容器的容器 3504，所述塑膠容器被配置成利用鋒利的滑動金屬絲藉由刺穿所述塑膠容器而被局部地破壞。

在對塑膠容器施加壓力後，電解質 3508 可藉由塑膠容器的經刺穿區而被釋放。

【0211】 （4）包括硬塑膠/玻璃管件的容器 3504，所述硬塑膠/玻璃管件連接至容器 3504。所述管件最初可被密封，但可藉由壓力被機械地破壞，藉此藉由管件釋放電解質 3508。

【0212】 （5）包括塑膠容器的容器 3504，所述塑膠容器容納電解質 3508 與微粒（例如，微球體）的混合物。可藉由使微粒移動（例如，滾動）來機械地鋪展電解質 3508。

【0213】 （6）包括塑膠袋子的容器 3504，所述塑膠袋子裝盛呈泡沫形式的電解質 3508。泡沫可防止電解質 3508 發生意外溢漏。塑膠袋子及泡沫被配置成使得按壓容納泡沫的塑膠袋子會釋放泡沫。

【0214】 （7）包括在中間具有二個被削剪側的袋子的容器 3504。在彎曲後，電解質 3508 可被釋放。

【0215】 （8）包括在一側中具有空氣的袋子的容器 3504。對容器 3504 施加的機械壓力因空氣壓力而驅迫電解質 3508 排出。在一些實施方案中，所述袋子具有二個隔室，其中第一隔室填充有空氣，而第二隔室填充有電解質 3508。對第一隔室中的空氣施加的機械壓力又使得對第二隔室的電解質 3508 施加機械壓力，電解質 3508 被驅迫自第二隔室排出。

【0216】 （9）包括與其連接的吹管的容器 3504。吹管的一端可被切去。向吹管中吹可使經由單獨的開口自容器 3504 釋放的電解

質 3508 鋪展。

【0217】 （10）包括拔出棒（pull-out bar）的容器 3504。所述拔出棒為吸收性的且封阻可呈液體或泡沫形式的電解質 3508。取下（例如，拔動）所述棒會使電解質在薄膜式 ESD 的頂表面（例如，乾燥的分隔件 3516 的頂表面）之上移動，以使電解質鋪展。所述拔出棒可為磁性的且可藉助於磁體被移動。

【0218】 （11）包括海綿的容器 3504。可將浸漬有電解質 3508 的海綿設置於乾燥的分隔件 3516 之上。在海綿與分隔件 3516 之間可設置有薄膜。在移除薄膜之後，電解質 3508 可自海綿遷移至乾燥的分隔件 3516。

【0219】 （12）包括海綿的容器 3504。可將浸漬有電解質 3508 的海綿設置於乾燥的分隔件 3516 之上。在海綿與分隔件 3516 之間可設置有細密網格。在按壓海綿後，電解質 3508 經由網格被遞送至乾燥的分隔件 3516。在一些實施方案中，電解質 3508 可呈凝膠的形式。

【0220】 （13）包括具有開口的袋的容器 3504。電解質 3508 呈凝膠形式且設置於容器 3504 內。凝膠式電解質 3508 可例如藉由熱量施加或以機械方式而被轉化成液體，所述液體可鋪展於乾燥的分隔件 3516 之上。

【0221】 （14）容器 3504 可包括可包封有電解質 3508 的凝膠膠囊或聚合物膠囊。所述膠囊最初可例如以一層形成於乾燥的分隔件 3516 之上。在使用之前，所述膠囊可例如藉由施加熱量及/或壓

力被破壞，藉此釋放膠囊中所包封的電解質 3508。儘管所述膠囊可具有任何適合的大小，然而應瞭解，當所述膠囊小於 50 微米時，其可尤其適以藉由印刷形成於乾燥的分隔件 3516 上。

【0222】 應瞭解，容器 3504、電解質 3508 以及使用電解質 3508 來使未活化的薄膜式 ESD 3520 活化的方法的上述實施方案是作為實例而提供，且可使用任何其他適合的實施方案。此外，應瞭解，在一些實施方案（例如，在電解質 3508 將被施加至的表面相對大的情形）中，可使用一或多個容器 3504 以及不同容器 3504 的組合。

【0223】 在一些實施方案中，容器 3504 可定位於未活化的薄膜式能量儲存裝置 3520 的中間。在容器 3504 中可形成有數個穿孔/孔/管，以便利於電解質 3508 均勻地鋪展於乾燥的分隔件 3516 的表面之上。

【0224】 仍參照圖 35，在一些實施例中，薄膜式能量儲存裝置的製造套件 3500 被配置成產生一次性使用薄膜裝置。然而，各實施例並非僅限於此，且製造套件 3500 可被配置成產生多次使用薄膜電子裝置。

【0225】 製造套件 3500 可為薄膜式能量儲存裝置 3520 以及與薄膜式能量儲存裝置 3520 連接或整合於一起的任何薄膜式電子裝置提供數個可能的優點，包括但不限於：

【0226】 （1）本質活化（intrinsic activation）機制。在施加電解質 3508 後，未活化的薄膜式 ESD 即「接通」。

【0227】 （2）長的儲放壽命。藉由使活化延遲而降低例如自放電等劣化機制。

【0228】 （3）與核心裝置的整合性。由薄膜式 ESD 供電的核心裝置可形成及整合於同一基板上。

【0229】 （4）內部電阻控制。可在無附加外部電阻器（例如，並聯連接的電阻器）的情況下藉由薄膜式 ESD 本身的設計來控制薄膜式 ESD 的內部電阻。

【0230】 （5）高度可製造性。薄膜式 ESD 易於例如藉由使用捲對捲薄膜製造技術進行印刷來製作。可針對不同電化學反應的不同化學計量來調整電極覆蓋面積，而不必改變「彼此上下疊放式電極」設計中各電極的相對厚度。

【0231】 （6）易於封裝。具有相鄰設置的電極的薄膜式 ESD 相對更易於與其他印刷型裝置封裝及整合於一起。

【0232】 （7）易於對電極活性材料進行化學計量調整。如上所述，電極之間的化學計量比例可相對輕易地被調整。並非每一些實施例皆可包括所列示優點中的一些、全部或可不包括所列示優點中的任一者，且亦可存在其他優點。

【0233】 **附加實施例：**

1. 一種製作能量儲存裝置的方法，所述方法包括：

在基板之上印刷包括第一集電器層及第二集電器層的橫向相鄰且電性隔開的集電器層；

在第一集電器層之上印刷屬於第一類型的電極層；

在第二集電器層之上印刷屬於第二類型的電極層；以及

在屬於第一類型的電極層及屬於第二類型的電極層中的一者或二者之上印刷分隔件，其中印刷分隔件包括在屬於第一類型的電極層及屬於第二類型的電極層中的一者或二者的暴露表面之上進行印刷，

其中屬於第一類型的電極層包含第一電極活性材料，且屬於第二類型的電極層包含第二電極活性材料，並且其中第一電極活性材料與第二電極活性材料之間的莫耳比率介於 0.25 與 4.0 之間。

2. 如實施例 1 所述的方法，其中印刷集電器層包括同時印刷第一集電器層及第二集電器層。

3. 如實施例 1 或 2 所述的方法，其中印刷分隔件包括同時在屬於第一類型的電極層及屬於第二類型的電極層的暴露表面之上進行印刷。

4. 如實施例 1 至 3 中任一項所述的方法，包括根據莫耳比率來調整屬於第一類型的電極層的印刷面積及屬於第二類型的電極層的印刷面積。

5. 如實施例 1 至 4 中任一項所述的方法，其中印刷分隔件包括在印刷屬於第二類型的電極層之前在屬於第一類型的電極層的暴露表面之上進行印刷，且其中印刷屬於第二類型的電極層包括在分隔件之上及在第二集電器層之上進行印刷。

6. 如實施例 1 至 5 中任一項所述的方法，其中四個印刷步驟包括印刷第一集電器層及第二集電器層、印刷屬於第一類型的電極層

及屬於第二類型的電極層、以及印刷分隔件。

7. 如實施例 1 至 6 中任一項所述的方法，其中所述基板或所述分隔件包括穿孔。

8. 如實施例 7 所述的方法，其中所述分隔件包括穿孔，其中所述方法包括同時在屬於第一類型的電極層及屬於第二類型的電極層之上印刷分隔件，且其中所述方法更包括以下中的一者或二者：

在分隔件之上及在第一電極之上印刷另一第一電極層，其中所述另一第一電極層接觸地填充穿孔，所述第一電極層及所述另一第一電極層位於分隔件的相對二側上且彼此電性連接；以及

在分隔件之上及在第二電極之上印刷另一第二電極層，其中所述另一第二電極層接觸地填充穿孔，所述第二電極層及所述另一第二電極層位於分隔件的相對二側上且彼此電性連接。

9. 如實施例 7 所述的方法，其中所述基板包括穿孔，所述方法更包括：

在基板的相對側上同時印刷另一第一集電器層及另一第二集電器層，

其中所述另一第一集電器層接觸地填充穿孔，所述第一集電器層及所述另一第一集電器層位於基板的相對二側上且彼此電性連接，且

其中所述另一第二集電器層接觸地填充穿孔，所述第二集電器層及所述另一第二集電器層位於基板的相對二側上且彼此電性連接；

於基板的所述相對側處在所述另一第一集電器層之上印刷屬於第一類型的第二電極層；

於基板的所述相對側處在所述另一第二集電器層之上印刷屬於第二類型的第二電極層；以及

在屬於第一類型的第二電極層及屬於第二類型的第二電極層中的一者或二者之上印刷另一分隔件。

10. 如實施例 1 至 9 中任一項所述的方法，其中第一集電器層包括多個第一指狀結構，且第二集電器層包括多個第二指狀結構，其中所述第一指狀結構與所述第二指狀結構為交織的以在橫向方向上交替。

11. 如實施例 10 所述的方法，其中印刷分隔件包括在屬於第一類型的電極層的及屬於第二類型的電極層的暴露表面之上同時印刷。

12. 如實施例 10 所述的方法，其中印刷分隔件包括在印刷屬於第二類型的電極層之前在屬於第一類型的電極層的暴露表面之上進行印刷，且其中印刷屬於第二類型的電極層包括在分隔件之上及在第二集電器層之上進行印刷。

13. 如實施例 1 至 12 中任一項所述的方法，更包括將第一集電器層配置為具有第一極性的第一集電器，且第二集電器層用作具有第二極性的第二集電器。

14. 如實施例 1 至 13 中任一項所述的方法，更包括：

橫向地在第一集電器層與第二集電器層之間印刷第三集電器層；

在第三集電器層之上印刷屬於第一類型的第二電極層；

在第三集電器層之上印刷屬於第二類型的第二電極層；以及

在屬於第一類型的第二電極層及屬於第二類型的第二電極層中的一者或二者之上印刷第二分隔件，其中印刷分隔件包括在屬於第一類型的第二電極層及屬於第二類型的第二電極層中的一者或二者的暴露表面之上進行印刷。

15. 如實施例 14 所述的方法，其中印刷第三集電器層包括與第一集電器層及第二集電器層同時印刷。

16. 如實施例 14 所述的方法，其中印刷屬於第一類型的第二電極層包括與屬於第一類型的電極層同時印刷。

17. 如實施例 14 所述的方法，其中印刷屬於第二類型的第二電極層包括與屬於第二類型的電極層同時印刷。

18. 如實施例 14 所述的方法，其中印刷所述分隔件包括與所述第二分隔件同時印刷。

19. 如實施例 18 所述的方法，其中印刷所述分隔件及所述第二分隔件包括在屬於第一類型的電極層及屬於第二類型的電極層的以及屬於第一類型的第二電極層及屬於第二類型的第二電極層的暴露表面之上同時印刷。

20. 如實施例 18 所述的方法，其中印刷所述分隔件及所述第二分隔件包括在印刷屬於第二類型的電極層及屬於第二類型的第二電極層之前同時覆蓋屬於第一類型的電極層的及屬於第一類型的第二電極層的暴露表面，且其中印刷屬於第二類型的電極層及屬於

第二類型的第二電極層包括在所述分隔件、所述第二分隔件、第二集電器層及第三集電器層之上同時印刷。

21. 一種製作能量儲存裝置的方法，所述方法包括：

在基板之上印刷多個橫向相鄰且電性隔開的集電器層；

在所述多個集電器層的至少第一子集之上印刷屬於第一類型的電極層；

在所述多個集電器層的至少第二子集之上印刷屬於第二類型的電極層；以及

印刷多個分隔件層以形成所述能量儲存裝置的多個電性連接胞元，其中所述胞元中的每一者包括所述多個分隔件層中與屬於第一類型的電極層中的一者及屬於第二類型的電極層中的一者接觸的一個分隔件。

22. 如實施例 21 所述的方法，其中印刷集電器層包括同時印刷集電器層。

23. 如實施例 21 或 22 所述的方法，其中印刷屬於第一類型的電極層包括同時印刷屬於第一類型的電極層。

24. 如實施例 21 至 23 中任一項所述的方法，其中印刷屬於第二類型的電極層包括同時印刷屬於第二類型的電極層。

25. 如實施例 21 至 24 中任一項所述的方法，其中印刷分隔件層包括同時印刷分隔件層。

26. 如實施例 21 至 25 中任一項所述的方法，其中印刷所述多個分隔件層包括同時覆蓋屬於第一類型的電極層的及屬於第二類型的

電極層的暴露表面。

27. 如實施例 21 至 26 中任一項所述的方法，其中印刷所述多個分隔件層包括在印刷屬於第二類型的電極層之前同時覆蓋屬於第一類型的電極層的暴露表面，且其中印刷屬於第二類型的電極層包括在所述多個分隔件之上以及在所述多個集電器層的第二子集中對應的集電器層之上進行印刷。

28. 如實施例 21 至 27 中任一項所述的方法，其中印刷所述多個集電器層包括印刷被配置成用作正集電器及負集電器的二個外集電器層並橫向在所述外集電器層之間印刷一或多個內集電器層，其中所述一或多個內集電器層中的每一者在所述多個胞元中的二個相鄰胞元之間加以共用。

29. 如實施例 21 至 28 中任一項所述的方法，其中所述一或多個內集電器層中的每一者之上具有屬於第一類型的電極層中的一者及屬於第二類型的電極層中的一者，使得所述多個胞元中相鄰的胞元被串聯電性連接。

30. 如實施例 21 至 29 中任一項所述的方法，其中印刷所述多個集電器層包括沿著一條線線性地印刷。

31. 如實施例 21 至 30 中任一項所述的方法，其中印刷所述多個集電器層包括印刷同心圓形層。

32. 如實施例 21 至 31 中任一項所述的方法，其中所述多個電性連接胞元被配置成在接收機械力後彼此拆分。

33. 如實施例 32 所述的方法，其中所述多個電性連接胞元被配置

成在所述多個胞元中相鄰的胞元之間的邊界處被拆分，其中所述邊界包括適以在接收機械力後分離的弱化結構。

34. 如實施例 21 至 33 中任一項所述的方法，其中所述能量儲存裝置是撓性的。

35. 如實施例 21 至 34 中任一項所述的方法，其中所述多個電性連接胞元被配置為可佩戴型手鐲。

36. 如實施例 35 所述的方法，包括將所述多個電性連接胞元連接至負載裝置，所述負載裝置被配置成由所述多個電性連接胞元供電。

37. 一種用於能量儲存裝置的製造套件，包括：

未活化的能量儲存裝置，包括：

基板，

多個橫向相鄰且電性隔開的集電器層，位於基板之上，所述多個集電器層包括第一集電器層及第二集電器層，

屬於第一類型的電極層，位於第一集電器層之上，

屬於第二類型的電極層，位於第二集電器層之上，以及

乾燥的分隔件，位於屬於第一類型的電極層及屬於第二類型的電極層中的一者或二者之上，其中所述分隔件包括暴露部分，所述乾燥的分隔件被配置成藉由所述暴露部分接收電解質；以及

電解質，被配置成施加至所述未活化的能量儲存裝置，以使所述能量儲存裝置活化。

38. 如實施例 37 所述的製造套件，其中所述乾燥的分隔件包括被配置成在電解質被施加後吸收所述電解質的孔隙。

39. 如實施例 37 或 38 所述的製造套件，其中所述電解質包括離子液體。

40. 如實施例 37 至 39 中任一項所述的製造套件，其中所述乾燥的分隔件位於屬於第一類型的電極層及屬於第二類型的電極層之上。

41. 如實施例 37 至 40 中任一項所述的製造套件，其中所述乾燥的分隔件位於電極層之上，且屬於第二類型的電極層位於分隔件之上並在第二集電器層之上延伸。

42. 一種製作電性系統的方法，所述方法包括：

在基板之上的電池供電式核心裝置之上印刷能量儲存裝置，所述電池供電式核心裝置被配置成藉由第一電源端子及第二電源端子接收電力，所述能量儲存裝置被配置成將電力提供至所述電池供電式核心裝置，其中印刷所述能量儲存裝置包括：

印刷包括第一集電器層及第二集電器層的多個集電器層，其中第一集電器層或第二集電器層中的至少一者是印刷於第一電源端子及第二電源端子之上，

在第一集電器層之上印刷屬於第一類型的電極層，

在第二集電器層之上印刷屬於第二類型的電極層，以及

在屬於第一類型的電極層及屬於第二類型的電極層中的一者或二者的暴露表面之上印刷分隔件。

43. 如實施例 42 所述的方法，其中印刷所述多個集電器層包括在

第一電源端子之上印刷第一集電器層並在第二電源端子之上印刷第二集電器層。

44. 如實施例 42 或 43 所述的方法，其中印刷分隔件包括在屬於第一類型的電極層的及屬於第二類型的電極層的暴露表面之上進行印刷。

45. 如實施例 42 至 44 中任一項所述的方法，其中印刷分隔件包括在印刷屬於第二類型的電極層之前在屬於第一類型的電極層的暴露表面之上進行印刷，且其中印刷屬於第二類型的電極層包括在分隔件之上及在第二集電器層之上進行印刷。

46. 如實施例 42 至 45 中任一項所述的方法，更包括在基板之上形成核心裝置。

47. 一種能量儲存裝置，包括：

在電性絕緣基板之上沿橫向方向相鄰設置的第一集電器層及第二集電器層；

屬於第一類型的第一電極層，位於第一集電器層之上；

分隔件，位於第一電極層之上；以及

屬於與第一類型不同的第二類型的第二電極層，位於分隔件之上，

其中第二電極層包括沿垂直方向自第二集電器層延伸的基礎部分以及沿橫向方向自基礎部分橫向延伸以與第一電極層交疊的橫向延伸部分，

其中第一集電器層、第一電極層、分隔件、第二電極層及第二

集電器層中的一或多者是印刷層。

48. 如實施例 47 所述的能量儲存裝置，其中所述電性絕緣基板包括聚合基板。

49. 如實施例 47 或 48 所述的能量儲存裝置，其中所述電性絕緣基板包括撓性基板。

50. 如實施例 47 至 49 中任一項所述的能量儲存裝置，其中所述分隔件包括：

垂直部分，沿橫向方向夾置於第二電極層的基礎部分與第一電極層的側表面之間；以及

水平部分，沿垂直方向夾置於第二電極層的橫向延伸部分與第一電極層的頂表面之間。

51. 如實施例 47 至 50 中任一項所述的能量儲存裝置，其中第二電極層的基礎部分具有較第二電極層的橫向延伸部分的厚度厚的寬度。

52. 如實施例 51 所述的能量儲存裝置，其中第二電極層的基礎部分的寬度介於第二電極層的橫向延伸部分的厚度的二倍至十倍之間。

53. 如實施例 47 至 52 中任一項所述的能量儲存裝置，其中第一電極層包含第一電極活性材料，且第二電極層包含第二電極活性材料，其中第一電極活性材料與第二電極活性材料之間的莫耳比率介於 0.25 與 4.0 之間。

54. 如實施例 47 至 53 中任一項所述的能量儲存裝置，其中第一集

電器層、第一電極層、分隔件、第二電極層及第二集電器層中的所述一或多者中的被印刷者包含乾燥油墨組成物。

55. 一種能量儲存裝置，包括：

在電性絕緣基板之上沿橫向方向相鄰設置的第一集電器層及第二集電器層；

屬於第一類型的第一電極層，位於第一集電器層之上；

屬於第二類型的第二電極層，位於第二集電器層之上；以及

分隔件，位於第一電極層及第二電極層之上，

其中第一集電器層、第一電極層、分隔件、第二電極層及第二集電器層中的一或多者是印刷層，

其中第一電極層包含第一電極活性材料，且第二電極層包含第二電極活性材料，並且其中第一電極活性材料與第二電極活性材料之間的莫耳比率介於 0.25 與 4.0 之間。

56. 如實施例 55 所述的能量儲存裝置，其中第一電極層包含第一電極活性材料，且第二電極層包含第二電極活性材料，其中第一電極層的橫向覆蓋面積與第二電極的橫向覆蓋面積之間的比率與所述莫耳比率成比例。

57. 如實施例 55 或 56 所述的能量儲存裝置，其中第一電極層位於分隔件的第一側上，且其中所述能量儲存裝置更包括位於分隔件的與分隔件的第一側相對的第二側上的另一第一電極層。

58. 如實施例 57 所述的能量儲存裝置，其中所述第一電極層與所述另一第一電極層彼此電性連接。

59. 如實施例 58 所述的能量儲存裝置，其中所述第一電極層及所述另一第一電極層藉由穿透分隔件的位於所述第一電極層與所述另一第一電極層之間的一部分的多個穿孔而彼此電性連接。

60. 如實施例 59 所述的能量儲存裝置，其中所述第一電極層及所述另一第一電極層中的一者或二者填充所述多個穿孔。

61. 如實施例 55 至 60 中任一項所述的能量儲存裝置，其中第二電極層位於分隔件的第一側上，且其中所述能量儲存裝置更包括位於分隔件的與分隔件的第一側相對的第二側上的另一第二電極層。

62. 如實施例 61 所述的能量儲存裝置，其中所述第二電極層與所述另一第二電極層彼此電性連接。

63. 如實施例 62 所述的能量儲存裝置，其中所述第二電極層及所述另一第二電極層藉由穿透分隔件的位於所述第二電極層與所述另一第二電極層之間的一部分的多個穿孔而彼此電性連接。

64. 如實施例 63 所述的能量儲存裝置，其中所述第二電極層及所述另一第二電極層中的一者或二者填充所述多個穿孔。

65. 如實施例 55 至 64 中任一項所述的能量儲存裝置，其中第一集電器層位於電性絕緣基板的第一側上，且其中所述能量儲存裝置更包括位於電性絕緣基板的與電性絕緣基板的第一側相對的第二側上的另一第一集電器層。

66. 如實施例 65 所述的能量儲存裝置，其中所述第一集電器層與所述另一第一集電器層彼此電性連接。

67. 如實施例 66 所述的能量儲存裝置，其中所述第一集電器層及

所述另一第一集電器層藉由穿透電性絕緣基板的位於第一集電器層與所述另一第一集電器層之間的一部分的多個穿孔而彼此電性連接。

68. 如實施例 67 所述的能量儲存裝置，其中所述第一集電器層及所述另一第一集電器層中的一者或二者填充所述穿孔。

69. 如實施例 55 至 68 中任一項所述的能量儲存裝置，其中第二集電器層位於電性絕緣基板的第一側上，且其中所述能量儲存裝置更包括位於電性絕緣基板的與電性絕緣基板的第一側相對的第二側上的另一第二集電器層。

70. 如實施例 69 所述的能量儲存裝置，其中所述第二集電器層與所述另一第二集電器層彼此電性連接。

71. 如實施例 70 所述的能量儲存裝置，其中所述第二集電器層及所述另一第二集電器層藉由穿透電性絕緣基板的位於所述第二集電器層與所述另一第二集電器層之間的一部分的多個穿孔而彼此電性連接。

72. 如實施例 71 所述的能量儲存裝置，其中所述第一集電器層及所述另一第一集電器層中的一者或二者填充所述穿孔。

73. 如實施例 55 至 72 中任一項所述的能量儲存裝置，其中第一集電器層及第二集電器位於電性絕緣基板的第一側上，且其中所述能量儲存裝置更包括位於電性絕緣基板的與電性絕緣基板的第一側相對的第二側上的另一第一集電器層及另一第二集電器層。

74. 如實施例 73 所述的能量儲存裝置，更包括：

屬於第一類型的另一第一電極層，位於所述另一第一集電器層之上；

屬於第二類型的另一第二電極層，位於所述另一第二集電器層之上；以及

另一分隔件，位於所述另一第一電極層及所述另一第二電極層之上。

75. 如實施例 74 所述的能量儲存裝置，其中所述分隔件及所述另一分隔件藉由穿透電性絕緣基板的多個穿孔而實體連接。

76. 一種能量儲存裝置，包括：

第一集電器層，位於電性絕緣基板之上；

屬於第一類型的第一電極層，位於第一集電器層之上；

分隔件，位於第一電極層之上且覆蓋第一電極層的頂表面及側表面；

屬於第二類型的第二電極層，位於分隔件之上；以及

第二集電器層，包括沿垂直方向自電性絕緣基板延伸的基礎部分以及沿橫向方向自基礎部分橫向延伸以與第二電極層交疊的橫向延伸部分，

其中第一集電器層、第一電極層、分隔件、第二電極層及第二集電器層中的一或多者是印刷層，

其中第一電極層包含第一電極活性材料，且第二電極層包含第二電極活性材料，並且其中第一電極活性材料與第二電極活性材料之間的莫耳比率介於 0.25 與 4.0 之間。

77. 如實施例 76 所述的能量儲存裝置，其中第二電極層位於第二集電器的第一側上，且其中所述能量儲存裝置更包括位於第二集電器的與第二集電器的第一側相對的第二側上的另一第二電極層。

78. 如實施例 77 所述的能量儲存裝置，其中所述第二電極層與所述另一第二電極層彼此電性連接。

79. 如實施例 78 所述的能量儲存裝置，其中所述第二電極層及所述另一第二電極層藉由所述第二電極層與所述另一第二電極層之間穿透第二集電器的橫向延伸部分的多個穿孔而彼此電性連接。

80. 如實施例 79 所述的能量儲存裝置，其中所述第二電極層及所述另一第二電極層中的一者或二者填充所述多個穿孔。

81. 如實施例 76 至 80 中任一項所述的能量儲存裝置，更包括：

第二分隔件，位於所述另一第二電極層之上；

另一第一電極層，位於第二分隔件之上；以及

另一第一集電器層，位於第一電極層之上。

82. 如實施例 81 所述的能量儲存裝置，其中所述第一集電器層及所述另一第一集電器層彼此電性連接。

83. 一種能量儲存裝置，包括：

電性絕緣基板；

第一集電器，位於電性絕緣基板之上，其中所述第一集電器包括多個第一集電器指狀結構；

第二集電器，位於電性絕緣基板之上，其中所述第二集電器包括多個第二集電器指狀結構，其中第一集電器指狀結構與第二集

電器指狀結構為交錯的以在橫向方向上交替；

屬於第一類型的第一電極層，位於第一集電器層之上；

屬於第二類型的第二電極層，位於第二集電器層之上；以及

分隔件層，將第一電極層與第二電極層隔開。

84. 如實施例 83 所述的能量儲存裝置，其中第一電極層包含第一電極活性材料，且第二電極層包含第二電極活性材料，其中第一電極活性材料與第二電極活性材料之間的莫耳比率介於 0.25 與 4.0 之間。

85. 如實施例 83 或 84 所述的能量儲存裝置，其中第一電極層包含第一電極活性材料，且第二電極層包含第二電極活性材料，其中第一電極層的橫向面積與第二電極層的橫向面積之間的比率與所述莫耳比率成比例。

86. 如實施例 83 至 85 中任一項所述的能量儲存裝置，其中第一電極層包括多個第一電極指狀結構且第二電極層包括多個第二電極指狀結構，並且其中第一電極指狀結構與第二電極指狀結構為交錯的以在橫向方向上交替。

87. 如實施例 86 所述的能量儲存裝置，其中分隔件層位於第一電極層及第二電極層之上。

88. 如實施例 87 所述的能量儲存裝置，其中分隔件層夾置於在橫向方向上交替的相鄰的成對的第一電極指狀結構與第二電極指狀結構之間。

89. 如實施例 88 所述的能量儲存裝置，其中分隔件層夾置於在橫

向方向上交替的相鄰的成對的第一集電器指狀結構與第二集電器指狀結構之間。

90. 如實施例 83 至 89 中任一項所述的能量儲存裝置，其中第一電極層包括多個第一電極指狀結構，其中分隔件層位於第一電極指狀結構中的每一者之上，且其中第二電極層位於分隔件層之上。

91. 如實施例 90 所述的能量儲存裝置，其中分隔件在橫向方向上及在垂直方向上將第一電極指狀結構與第二電極層隔開。

92. 如實施例 91 所述的能量儲存裝置，其中分隔件層夾置於在橫向方向上交替的相鄰的成對的第一集電器指狀結構與第二集電器指狀結構之間。

93. 如實施例 83 至 92 中任一項所述的能量儲存裝置，其中第一集電器指狀結構及第二集電器指狀結構中的每一者具有介於約 2 與 100 之間的長寬比率。

94. 一種能量儲存裝置，包括：

多個橫向相鄰且電性隔開的集電器，位於電性絕緣基板之上，

其中所述能量儲存裝置包括多個電性連接能量儲存胞元，且

其中所述能量儲存胞元中的每一者包括位於集電器中的一者上的屬於第一類型的第一電極層、位於集電器中的相鄰一者上的屬於第二類型的第二電極層、以及接觸第一電極層及第二電極層並將第一電極層與第二電極層電性隔開的分隔件。

95. 如實施例 94 所述的能量儲存裝置，其中所述能量儲存胞元中相鄰的能量儲存胞元共用共同的集電器層，所述共同的集電器層

上具有所述能量儲存胞元中所述相鄰的能量儲存胞元中的第一能量儲存胞元的第一電極層、以及所述能量儲存胞元中所述相鄰的能量儲存胞元中的第二能量儲存胞元的第二電極層。

96. 如實施例 94 或 95 所述的能量儲存裝置，其中所述多個集電器包括被配置成用作具有第一極性的集電器的第一集電器、被配置成用作具有第二極性的集電器的第二集電器、以及被配置成電性連接所述能量儲存胞元中所述相鄰的能量儲存胞元的一或多個中間集電器。

97. 如實施例 94 至 96 中任一項所述的能量儲存裝置，其中所述中間集電器中的每一者上具有所述第一電極層中的一者及所述第二電極層中的一者，所述第一電極層中的所述一者與所述第二電極層中的所述一者不由所述分隔件層中的一者電性隔開。

98. 如實施例 94 至 97 中任一項所述的能量儲存裝置，其中所述能量儲存胞元中的每一者包括具有第一電極活性材料的第一電極層中的一者及具有第二電極活性材料的第二電極層中的一者，其中第一電極活性材料與第二電極活性材料之間的莫耳比率介於 0.25 與 4.0 之間。

99. 如實施例 98 所述的能量儲存裝置，其中所述能量儲存胞元中的每一者的第一電極層的橫向面積與第二電極層的橫向面積之間的比率與所述莫耳比率成比例。

100. 如實施例 94 至 99 中任一項所述的能量儲存裝置，其中在所述能量儲存胞元中的每一者中，所述分隔件接觸第一電極層的

及第二電極層的頂表面。

101. 如實施例 94 至 100 中任一項所述的能量儲存裝置，其中在所述能量儲存胞元中的每一者中，分隔件位於第一電極層之上，且第二電極層位於分隔件之上。

102. 如實施例 101 所述的能量儲存裝置，其中所述能量儲存胞元中的第一能量儲存胞元的第二電極層包括：基礎部分，沿垂直方向自集電器中相鄰的一者延伸；以及橫向延伸部分，沿橫向方向自所述基礎部分橫向延伸以與集電器中的一者上的第一電極層交疊。

103. 如實施例 94 至 102 中任一項所述的能量儲存裝置，其中所述多個集電器是沿著一條線。

104. 如實施例 94 至 103 中任一項所述的能量儲存裝置，其中所述多個集電器包括同心層。

105. 如實施例 94 至 104 中任一項所述的能量儲存裝置，其中所述能量儲存裝置是撓性的且被配置成由使用者佩戴。

106. 如實施例 94 至 105 中任一項所述的能量儲存裝置，其中所述多個電性連接能量儲存胞元被配置成由使用者作為可佩戴型手鐲而佩戴。

107. 如實施例 94 至 106 中任一項所述的能量儲存裝置，其中所述多個電性連接能量儲存胞元被配置成電性連接至由所述能量儲存裝置供電的核心裝置。

108. 如實施例 107 所述的能量儲存裝置，其中所述核心裝置包括選自由以下者組成的群組的裝置：發光裝置、主動或被動射頻識

別裝置、藍芽®裝置、感測器、紅外線（IR）裝置、介面電子產品、基於紫蜂®的裝置、基於近場通訊（NFC）的裝置、健康指示監測器、及位置追蹤裝置。

109. 如實施例 94 至 108 中任一項所述的能量儲存裝置，其中所述電性連接能量儲存胞元被配置成在接收機械力後彼此拆分，以形成電性連接能量儲存胞元規則圖案。

110. 如實施例 109 所述的能量儲存裝置，其中所述多個電性連接能量儲存胞元被配置成在所述多個電性連接能量儲存胞元中相鄰的能量儲存胞元之間的邊界處被拆分，其中所述邊界包括所述電性絕緣基板中適以在接收機械力後分離的弱化結構。

111. 如實施例 110 所述的能量儲存裝置，其中所述多個電性連接能量儲存胞元被佈置為一或多列電性連接能量儲存胞元及一或多行電性連接能量儲存胞元。

112. 如實施例 111 所述的能量儲存裝置，其中所述一或多列電性連接能量儲存胞元中的每一列被串聯電性連接，且其中所述一或多行電性連接能量儲存胞元中的每一行被並聯電性連接。

113. 一種使能量儲存裝置活化的方法，包括：

提供未活化的能量儲存裝置，所述未活化的能量儲存裝置包括：

基板，

多個橫向相鄰且電性隔開的集電器層，位於基板之上，所述多個集電器層包括第一集電器層及第二集電器層，

屬於第一類型的電極層，位於第一集電器層之上，

屬於第二類型的電極層，位於第二集電器層之上，以及

乾燥的分隔件，位於屬於第一類型的電極層及屬於第二類型的電極層中的一者或二者之上，其中所述分隔件包括暴露部分，所述乾燥的分隔件被配置成藉由所述暴露部分接收電解質；以及

藉由將電解質施加至所述乾燥的分隔件來使所述能量儲存裝置活化。

114. 如實施例 113 所述的方法，其中活化包括將電解質吸收至包括孔隙的乾燥的分隔件中。

115. 如實施例 113 或 114 所述的方法，其中所述電解質包括離子液體。

116. 如實施例 113 至 115 中任一項所述的方法，其中所述乾燥的分隔件位於屬於第一類型的電極層及屬於第二類型的電極層之上。

117. 如實施例 113 至 116 中任一項所述的方法，其中所述乾燥的分隔件位於電極層之上，且屬於第二類型的電極層位於所述分隔件之上並在第二集電器層之上延伸。

118. 一種薄膜式電子裝置，包括：

彼此電性連接的薄膜式核心裝置及薄膜式能量儲存裝置（ESD），其中所述薄膜式核心裝置與所述薄膜式能量儲存裝置整合於共同基板上且在與所述共同基板正交的方向上彼此交疊。

119. 如實施例 118 所述的薄膜式電子裝置，其中所述薄膜式 ESD 包括相對於彼此相鄰設置的第一集電器層及第二集電器層、位於第一集電器層之上的屬於第一類型的第一電極層、位於第二集電器層之上的屬於第二類型的第二電極層、以及位於第一電極層及第二電極層中的一者或二者之上的分隔件。

120. 如實施例 119 所述的薄膜式電子裝置，其中所述薄膜式核心裝置垂直夾置於所述共同基板與第一集電器層、第二集電器層、第一電極層、第二電極層或分隔件中的一或多者之間。

121. 如實施例 120 所述的薄膜式電子裝置，其中分隔件位於第一電極層及第二電極層之上。

122. 如實施例 121 所述的薄膜式電子裝置，其中所述薄膜式核心裝置垂直夾置於所述共同基板與第一集電器層及第二集電器層之間。

123. 如實施例 121 或 122 所述的薄膜式電子裝置，其中所述薄膜式核心裝置垂直夾置於所述共同基板與第一電極層及第二電極層之間。

124. 如實施例 121 至 123 中任一項所述的薄膜式電子裝置，其中所述薄膜式核心裝置被配置成藉由其上的第一端子及第二端子來接收電力，並且其中第一電極層位於第一端子之上，且第二電極層位於第二端子之上。

125. 如實施例 121 至 123 中任一項所述的薄膜式電子裝置，其中所述薄膜式核心裝置被配置成藉由位於所述薄膜式核心裝置的

同一側上的第一端子及第二端子來接收電力。

126. 如實施例 121 至 125 中任一項所述的薄膜式電子裝置，其中所述薄膜式核心裝置垂直夾置於所述共同基板與第一集電器層、第二集電器層、第一電極層、第二電極層及分隔件中的每一者之間。

127. 如實施例 121 所述的薄膜式電子裝置，其中所述薄膜式核心裝置垂直夾置於所述共同基板與第一集電器層及第二集電器層中的一者而非另一者之間。

128. 如實施例 121 或 127 所述的薄膜式電子裝置，其中所述薄膜式核心裝置垂直設置於所述共同基板與第一電極層及第二電極層中的一者而非另一者之間。

129. 如實施例 127 或 128 所述的薄膜式電子裝置，其中所述薄膜式核心裝置被配置成藉由其上的第一端子及第二端子來接收電力，並且其中第一電極層位於第一端子之上且第二電極層位於第二端子之上。

130. 如實施例 127 或 128 所述的薄膜式電子裝置，其中所述薄膜式核心裝置被配置成藉由位於所述薄膜式核心裝置的相對二側上的第一端子及第二端子來接收電力。

131. 如實施例 127 至 130 中任一項所述的薄膜式電子裝置，其中所述薄膜式核心裝置垂直夾置於所述共同基板與第一集電器層、第一電極層及分隔件中的每一者之間。

132. 如實施例 118 所述的薄膜式電子裝置，其中所述薄膜式 ESD

包括：

第一集電器層，位於所述共同基板之上；

屬於第一類型的第一電極層，位於第一集電器層之上；

分隔件，位於第一電極層之上；

屬於第二類型的第二電極層，位於分隔件之上；以及

第二集電器層，位於第二電極層之上。

133. 如實施例 132 所述的薄膜式電子裝置，其中所述薄膜式核心裝置垂直夾置於第一集電器層與第二集電器層之間。

134. 如實施例 132 或 133 所述的薄膜式電子裝置，其中所述薄膜式核心裝置被配置成藉由其上的第一端子及第二端子來接收電力，並且其中第一端子位於第一集電器層之上且第二集電器層位於第二端子之上。

135. 如實施例 132 或 133 所述的薄膜式電子裝置，其中所述薄膜式核心裝置被配置成藉由位於所述薄膜式核心裝置的相對二側上的第一端子及第二端子來接收電力。

136. 如實施例 118 至 135 中任一項所述的薄膜式電子裝置，其中所述共同基板包括電性絕緣基板。

137. 如實施例 118 至 136 中任一項所述的薄膜式電子裝置，其中所述共同基板包括撓性基板。

138. 如實施例 118 至 137 中任一項所述的薄膜式電子裝置，其中第一電極層包含第一電極活性材料，且第二電極層包含第二電極活性材料，並且其中第一電極活性材料與第二電極活性材料之

間的莫耳比率介於 0.25 與 4.0 之間。

139. 如實施例 118 至 138 中任一項所述的薄膜式電子裝置，其中所述薄膜式核心裝置包括以下中的一或多者：發光裝置、聲學裝置、監測裝置、馬達裝置、移動裝置、顯示裝置、天線、主動或被動射頻識別（RFID）裝置、藍芽（Bluetooth®）裝置、感測器、紅外線（IR）裝置、介面電子產品、基於紫蜂（Zigbee®-based）的裝置、A 波裝置、基於近場通訊（NFC）的裝置、智慧型帶環、健康監測器、健身追蹤裝置、智慧型手錶、位置追蹤裝置、低功率無線個人區域網路（LoWPAN）裝置、或低功率廣域網路（LPWAN）裝置。

140. 如實施例 118 至 139 中任一項所述的薄膜式電子裝置，其中所述薄膜式核心裝置包括發光裝置。

141. 如實施例 140 所述的薄膜式電子裝置，其中所述共同基板是被配置成從中傳輸由發光裝置發射的光的透明基板。

142. 如實施例 118 至 141 中任一項所述的薄膜式電子裝置，更包括啟動開關，所述啟動開關被配置成啟動包括所述薄膜式核心裝置及所述薄膜式 ESD 的電路。

143. 一種薄膜式電子裝置，包括：

薄膜式能量儲存裝置（ESD）；以及

薄膜式能量收穫裝置，電性連接至所述薄膜式 ESD 且被配置成為所述薄膜式 ESD 充電，

其中所述薄膜式能量收穫裝置與所述薄膜式能量儲存裝置整

合於共同基板上。

144. 如實施例 143 所述的薄膜式電子裝置，其中所述薄膜式 ESD 包括彼此橫向相鄰設置的第一集電器層及第二集電器層、垂直位於第一集電器層之上的屬於第一類型的第一電極層、垂直位於第二集電器層之上的屬於第二類型的第二電極層、以及將第一集電器層與第二集電器層隔開並將第一電極層與第二電極層隔開的分隔件。

145. 如實施例 144 所述的薄膜式電子裝置，其中所述分隔件橫向夾置於第一電極層與第二電極層之間。

146. 如實施例 144 或 145 所述的薄膜式電子裝置，其中所述分隔件橫向夾置於第一集電器層與第二集電器層之間。

147. 如實施例 146 所述的薄膜式電子裝置，其中所述薄膜式能量收穫裝置垂直設置於第一電極層及第二電極層中的一者或二者之上。

148. 如實施例 143 至 147 中任一項所述的薄膜式電子裝置，其中所述薄膜式能量收穫裝置包括以下中的一或多者：光伏裝置、熱電裝置、壓電裝置、無線充電裝置、摩擦收穫裝置、基於 RF 的能量收穫裝置、焦電能量收穫裝置、電容性能量收穫裝置、微生物能量收穫裝置、或磁限制能量收穫裝置。

149. 如實施例 143 至 148 中任一項所述的薄膜式電子裝置，其中所述薄膜式能量收穫裝置包括印刷型光伏層。

150. 如實施例 149 所述的薄膜式電子裝置，其中所述印刷型光

伏層包含具有鈣鈦礦晶體結構的有機-無機混合材料。

151. 如實施例 149 所述的薄膜式電子裝置，其中所述印刷型光伏層包含具有化學式 ABX_3 的有機-無機混合材料，其中 A 是有機陽離子或無機陽離子，B 是金屬陽離子且 X 是陰離子。

152. 如實施例 151 所述的薄膜式電子裝置，其中 A 是甲基銨離子、甲脒離子或 Cs^+中的一者，B 是 Pb^{2+}或 Sn^{2+}中的一者，且 X 是 I^-、Br^-、Cl^-或 SCN^-中的一者。

153. 如實施例 149 至 152 中任一項所述的薄膜式電子裝置，其中所述薄膜式能量收穫裝置更包括電子傳輸層。

154. 如實施例 149 至 153 中任一項所述的薄膜式電子裝置，其中所述薄膜式能量收穫裝置更包括電洞傳輸層。

155. 如實施例 144 至 154 中任一項所述的薄膜式電子裝置，其中所述薄膜式能量收穫裝置位於第一集電器層或第二集電器層中的一者上。

156. 如實施例 155 所述的薄膜式電子裝置，其中所述薄膜式電子裝置更包括位於第一集電器層或第二集電器層中的另一者上的第二薄膜式能量收穫裝置。

157. 如實施例 156 所述的薄膜式電子裝置，其中所述薄膜式能量收穫裝置與所述第二薄膜式能量收穫裝置被電性串聯連接。

158. 如實施例 156 所述的薄膜式電子裝置，其中所述薄膜式能量收穫裝置與所述第二薄膜式能量收穫裝置藉由其之間的二極體被電性串聯連接。

159. 如實施例 158 所述的薄膜式電子裝置，其中所述二極體被配置成在所述薄膜式 ESD 正充電時受到正向偏壓且在所述薄膜式 ESD 正放電時受到反向偏壓。

160. 如實施例 156 所述的薄膜式電子裝置，更包括位於所述薄膜式能量收穫裝置及所述第二薄膜式能量收穫裝置中的一者或二者之上的導電層。

161. 一種可佩戴型薄膜式電子裝置，包括：

多個橫向相鄰且電性隔開的集電器，位於電性絕緣基板之上；以及

多個電性連接能量儲存胞元，

其中所述能量儲存胞元中的每一者包括位於集電器中的一者上的屬於第一類型的第一電極層、位於集電器中相鄰的一者上的屬於第二類型的第二電極層、以及接觸第一電極層及第二電極層並將第一電極層與第二電極層電性隔開的分隔件，且

其中所述多個電性連接能量儲存胞元被配置成由使用者佩戴。

162. 如實施例 161 所述的可佩戴型薄膜式電子裝置，其中所述能量儲存胞元中相鄰的能量儲存胞元共用共同的集電器層，所述共同的集電器層上具有所述能量儲存胞元中所述相鄰的能量儲存胞元中的第一能量儲存胞元的第一電極層以及所述能量儲存胞元中所述相鄰的能量儲存胞元中的第二能量儲存胞元的第二電極層。

163. 如實施例 161 或 162 所述的可佩戴型薄膜式電子裝置，其中所述多個集電器包括被配置成用作具有第一極性的集電器的第

一集電器、被配置成用作具有第二極性的集電器的第二集電器、以及被配置成電性連接所述能量儲存胞元中所述相鄰的能量儲存胞元的一或多個中間集電器。

164. 如實施例 161 至 163 中任一項所述的可佩戴型薄膜式電子裝置，其中所述中間集電器中的每一者上具有第一電極層中的一者及第二電極層中的一者，第一電極層中的所述一者與第二電極層中的所述一者不由分隔件層中的一者電性隔開。

165. 如實施例 161 至 164 中任一項所述的可佩戴型薄膜式電子裝置，其中所述能量儲存胞元中的每一者包括具有第一電極活性材料的第一電極層中的一者及具有第二電極活性材料的第二電極層中的一者，其中第一電極活性材料與第二電極活性材料之間的莫耳比率介於 0.25 與 4.0 之間。

166. 如實施例 165 所述的可佩戴型薄膜式電子裝置，其中所述能量儲存胞元中的每一者的第一電極層的橫向面積與第二電極層的橫向面積之間的比率與所述莫耳比率成比例。

167. 如實施例 161 至 166 中任一項所述的可佩戴型薄膜式電子裝置，其中在所述能量儲存胞元中的每一者中，所述分隔件接觸第一電極層的及第二電極層的頂表面。

168. 如實施例 161 至 166 中任一項所述的可佩戴型薄膜式電子裝置，其中在所述能量儲存胞元中的每一者中，所述分隔件位於第一電極層之上，且第二電極層位於分隔件之上。

169. 如實施例 168 所述的可佩戴型薄膜式電子裝置，其中所述

能量儲存胞元中的第一能量儲存胞元的第二電極層包括：基礎部分，沿垂直方向自集電器中相鄰的一者延伸；以及橫向延伸部分，沿橫向方向自所述基礎部分橫向延伸以與集電器中的一者上的第一電極層交疊。

170. 如實施例 161 至 169 中任一項所述的可佩戴型薄膜式電子裝置，其中所述多個集電器是沿著一條線。

171. 如實施例 161 至 170 中任一項所述的可佩戴型薄膜式電子裝置，其中所述多個集電器包括同心層。

172. 如實施例 161 至 171 中任一項所述的可佩戴型薄膜式電子裝置，其中所述能量儲存裝置是撓性的。

173. 如實施例 161 至 172 中任一項所述的可佩戴型薄膜式電子裝置，其中所述可佩戴型薄膜式電子裝置被配置成由使用者作為可佩戴型手鐲而佩戴。

174. 如實施例 161 至 173 中任一項所述的可佩戴型薄膜式電子裝置，更包括由所述多個電性連接能量儲存胞元供電的核心裝置。

175. 如實施例 174 所述的可佩戴型薄膜式電子裝置，其中所述核心裝置包括選自由以下者組成的群組的裝置：發光裝置、主動或被動射頻識別裝置、藍芽®裝置、感測器、紅外線（IR）裝置、介面電子產品、基於紫蜂®的裝置、基於近場通訊（NFC）的裝置、健康指示監測器、及位置追蹤裝置。

176. 一種可配置能量儲存裝置，包括：

多個橫向相鄰且電性隔開的集電器，位於電性絕緣基板之上，

其中所述能量儲存裝置包括多個電性連接能量儲存胞元，且

其中所述電性連接能量儲存胞元被配置成在接收機械力後彼此拆分以形成電性連接能量儲存胞元圖案。

177. 如實施例 176 所述的可配置能量儲存裝置，其中所述能量儲存胞元中的每一者包括位於集電器中的一者上的屬於第一類型的第一電極層、位於集電器中相鄰的一者上的屬於第二類型的第二電極層、以及接觸第一電極層及第二電極層並將第一電極層與第二電極層電性隔開的分隔件。

178. 如實施例 176 或 177 所述的可配置能量儲存裝置，其中所述多個電性連接能量儲存胞元被配置成在所述多個電性連接能量儲存胞元中相鄰的能量儲存胞元之間的邊界處被拆分，其中所述邊界包括所述電性絕緣基板中適以在接收機械力後分離的弱化結構。

179. 如實施例 176 至 178 中任一項所述的可配置能量儲存裝置，其中所述多個電性連接能量儲存胞元被佈置為一或多列電性連接能量儲存胞元及一或多行電性連接能量儲存胞元。

180. 如實施例 176 至 179 中任一項所述的可配置能量儲存裝置，其中所述一或多列電性連接能量儲存胞元中的每一列被串聯電性連接，且其中所述一或多行電性連接能量儲存胞元中的每一行被並聯電性連接。

181. 一種能量儲存裝置，包括：

多個徑向佈置且電性隔開的集電器，位於電性絕緣基板之上，

其中所述能量儲存裝置包括多個徑向佈置且電性連接的能量儲存胞元，且

其中所述能量儲存胞元中的每一者包括位於集電器中的一者上的屬於第一類型的第一電極層、位於集電器中相鄰的一者上的屬於第二類型的第二電極層、以及接觸第一電極層及第二電極層並將第一電極層與第二電極層電性隔開的分隔件。

182. 如實施例 181 所述的能量儲存裝置，其中所述能量儲存胞元中相鄰的能量儲存胞元共用共同的集電器層，所述共同的集電器層上具有所述能量儲存胞元中相鄰的能量儲存胞元中的第一能量儲存胞元的第一電極層以及所述能量儲存胞元中相鄰的能量儲存胞元中的第二能量儲存胞元的第二電極層。

183. 如實施例 181 或 182 所述的能量儲存裝置，其中所述多個集電器包括被配置成用作具有第一極性的集電器的第一集電器、被配置成用作具有第二極性的集電器的第二集電器、以及被配置成電性連接所述能量儲存胞元中所述相鄰的能量儲存胞元的一或多個中間集電器。

184. 如實施例 181 至 183 中任一項所述的能量儲存裝置，其中所述中間集電器中的每一者上具有第一電極層中的一者及第二電極層中的一者，第一電極層中的所述一者與第二電極層中的所述一者不由分隔件層中的一者電性隔開。

185. 如實施例 181 至 184 中任一項所述的能量儲存裝置，其中所述能量儲存胞元中的每一者包括具有第一電極活性材料的第一

電極層中的一者及具有第二電極活性材料的第二電極層中的一者，其中第一電極活性材料與第二電極活性材料之間的莫耳比率介於0.25與4.0之間。

186. 一種能量儲存裝置，包括：

電性絕緣基板；

第一集電器，位於電性絕緣基板之上，其中所述第一集電器包括多個第一集電器指狀結構；

第二集電器，位於電性絕緣基板之上，其中所述第二集電器包括多個第二集電器指狀結構，其中第一集電器指狀結構與第二集電器指狀結構為交錯的以在橫向方向上交替，

其中第一集電器及第二集電器被徑向佈置成使得第一集電器及第二集電器中的一者徑向環繞第一集電器及第二集電器中的另一者；

屬於第一類型的第一電極層，位於第一集電器層之上；

屬於第二類型的第二電極層，位於第二集電器層之上；以及

分隔件層，將第一電極層與第二電極層隔開。

187. 如實施例186所述的能量儲存裝置，其中第一電極層包含第一電極活性材料，且第二電極層包含第二電極活性材料，其中第一電極活性材料與第二電極活性材料之間的莫耳比率介於0.25與4.0之間。

188. 如實施例186或187所述的能量儲存裝置，其中第一電極層包含第一電極活性材料，且第二電極層包含第二電極活性材料，

其中第一電極層的橫向面積與第二電極層的橫向面積之間的比率與所述莫耳比率成比例。

189. 如實施例 186 至 188 中任一項所述的能量儲存裝置，其中第一電極層包括多個第一電極指狀結構，且第二電極層包括多個第二電極指狀結構，並且其中第一電極指狀結構與第二電極指狀結構為交錯的以在橫向方向上交替。

190. 如實施例 189 所述的能量儲存裝置，其中分隔件層位於第一電極層及第二電極層之上。

191. 如實施例 190 所述的能量儲存裝置，其中分隔件層夾置於在橫向方向上交替的相鄰的成對的第一電極指狀結構與第二電極指狀結構之間。

192. 如實施例 191 所述的能量儲存裝置，其中分隔件層夾置於在橫向方向上交替的相鄰的成對的第一集電器指狀結構與第二集電器指狀結構之間。

193. 如實施例 186 至 192 中任一項所述的能量儲存裝置，其中第一電極層包括多個第一電極指狀結構，其中分隔件層位於第一電極指狀結構中的每一者之上，且其中第二電極層位於分隔件層之上。

194. 如實施例 193 所述的能量儲存裝置，其中分隔件在橫向方向上及在垂直方向上將第一電極指狀結構與第二電極層隔開。

195. 如實施例 194 所述的能量儲存裝置，其中分隔件層夾置於在橫向方向上交替的相鄰的成對的第一集電器指狀結構與第二集

電器指狀結構之間。

196. 如實施例 186 至 195 中任一項所述的能量儲存裝置，其中第一集電器指狀結構及第二集電器指狀結構中的每一者具有介於約 2 與 100 之間的長寬比率。

197. 如實施例 1 至 20 中任一項所述的方法、如實施例 21 至 36 中任一項所述的方法、如實施例 37 至 41 中任一項所述的製造套件、如實施例 42 至 46 中任一項所述的製作電性系統的方法、如實施例 47 至 54 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 55 至 75 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 76 至 82 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 83 至 93 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 94 至 112 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 113 至 117 中任一項所述的方法、如實施例 118 至 142 中任一項所述的薄膜式電子裝置、如實施例 143 至 160 中任一項所述的薄膜式電子裝置、如實施例 161 至 175 中任一項所述的可佩戴型薄膜式電子裝置、如實施例 176 至 180 中任一項所述的可配置能量儲存裝置、如實施例 181 至 185 中任一項所述的能量儲存裝置、或如實施例 186 至 196 中任一項所述的能量儲存裝置，其中所述能量儲存裝置更包括非水性電解質。

198. 如實施例 197 所述的方法或裝置，其中所述非水性電解質包括基於以下者的有機電解質：乙腈、碳酸伸丙酯、碳酸伸乙酯、碳酸二乙酯、碳酸二甲酯、乙酸乙酯、1,1,1,3,3,3-六氟丙-2-醇、己二腈、1,3-亞硫酸伸丙酯、碳酸伸丁酯、γ-丁內酯、γ-戊內酯、丙

腈、戊二腈、甲氧基乙腈、3-甲氧基丙腈、N,N-二甲基甲醯胺、N,N-二甲基乙醯胺、N-甲基吡咯啶酮、N-甲基噁唑啶酮、N,N”-二甲基咪唑啉酮（N,N”-dimethylimidazolininone）、硝基甲烷、硝基乙烷、磺酸鹽、3-甲基磺酸鹽、二甲基亞碸、三甲基磷酸鹽、或其組合。

199. 如實施例 197 或 198 所述的方法或裝置，其中所述非水性電解質包括離子液體。

200. 如實施例 199 所述的方法或裝置，其中所述離子液體的陽離子包括以下中的一或多者：丁基三甲基銨、1-乙基-3-甲基咪唑鎓、1-丁基-3-甲基咪唑鎓、1-甲基-3-丙基咪唑鎓、1-己基-3-甲基咪唑鎓、膽鹼、乙基銨、三丁基甲基鏻、三丁基(十四烷基)鏻、三己基(十四烷基)鏻、1-乙基-2,3-甲基咪唑鎓、1-丁基-1-甲基吡啶鎓、二乙基甲基銃、1-甲基-3-丙基咪唑鎓、1-乙基-3-甲基咪唑鎓、1-甲基-1-丙基吡啶鎓、1-丁基-2-甲基吡啶鎓、1-丁基-4-甲基吡啶鎓、1-丁基-1-甲基吡咯啶鎓、二乙基甲基銃、或其組合。

201. 如實施例 199 或 200 所述的方法或裝置，其中所述離子液體的陰離子包括以下中的一或多者：三(五氟乙基)三氟磷酸根、三氟甲磺酸根、六氟磷酸根、四氟硼酸根、乙基硫酸根、二甲基磷酸根、三氟甲磺酸根、甲磺酸根、三氟甲磺酸根、三氰基甲烷化物、二丁基磷酸根、雙(三氟甲磺醯基)醯亞胺、雙-2,4,4-(三甲基戊基)亞膦酸根、碘化物、氯化物、溴化物、硝酸根、或其組合。

202. 如實施例 197 至 201 中任一項所述的方法或裝置，其中所述非水性電解質包括選自由以下者組成的群組的酸：H_2SO_4、HCl、

HNO_3、$HClO_4$、及其組合。

203. 如實施例 197 至 202 中任一項所述的方法或裝置，其中所述非水性電解質包括選自由以下者組成的群組的鹼：KOH、NaOH、LiOH、NH_4OH、及其組合。

204. 如實施例 197 至 203 中任一項所述的方法或裝置，其中所述非水性電解質包括選自由以下者組成的無機系鹽：LiCl、Li_2SO_4、$LiClO_4$、NaCl、Na_2SO_4、$NaNO_3$、KCl、K_2SO_4、KNO_3、$Ca(NO_3)_2$、$MgSO_4$、$ZnCl_2$、$Zn(BF_4)_2$、$ZnNO_3$、及其組合。

205. 如實施例 197 至 204 中任一項所述的方法或裝置，其中所述非水性電解質包括選自由以下者組成的群組的低黏度添加劑：水、醇類、內酯類、醚類、酮類、酯類、多元醇類、甘油類、聚合多元醇類或二醇類、四甲基脲、n-甲基吡咯啶酮、乙腈、四氫呋喃（THF）、二甲基甲醯胺（DMF）、N-甲基甲醯胺（NMF）、二甲基亞碸（DMSO）、亞硫醯氯、磺醯氯、及其組合。

206. 如實施例 197 至 205 中任一項所述的方法或裝置，其中所述非水性電解質包括選自由以下者組成的群組的界面活性劑：鯨蠟醇、硬脂醇、鯨蠟硬脂醇、油醇、聚氧乙二醇烷基醚、八乙二醇單十二烷基醚、糖苷烷基醚、癸基糖苷、聚氧乙二醇辛基酚醚、特瑞通（Triton®） X-100、壬苯醇醚-9、月桂酸甘油酯、聚山梨醇酯、泊洛沙姆類、或其組合。

207. 如實施例 197 至 206 中任一項所述的方法或裝置，其中所述非水性電解質包括選自由以下者組成的群組的聚合物黏結劑：

聚乙烯吡咯啶酮（PVP）、聚乙烯醇（PVA）、聚偏二氟乙烯、聚偏二氟乙烯-三氟乙烯、聚四氟乙烯、聚二甲基矽氧烷、聚乙烯、聚丙烯、聚環氧乙烷、聚環氧丙烷、聚乙二醇六氟丙烯、聚(對酞酸乙二酯)(polyethylene terephthalate)、聚丙烯腈(polyacrylonitrile)、聚乙烯丁醛、聚乙烯基己內醯胺、聚氯乙烯、聚醯亞胺、聚醯胺、聚丙烯醯胺、丙烯酸酯聚合物、甲基丙烯酸酯聚合物、丙烯腈丁二烯苯乙烯、烯丙基甲基丙烯酸酯、聚苯乙烯、聚丁二烯、聚對苯二甲酸丁二醇酯、聚碳酸酯、聚氯丁二烯、聚醚碸、尼龍、苯乙烯-丙烯腈樹脂、聚乙二醇、鋰基膨潤石黏土、格拉麥特膨潤土黏土、有機改質的黏土、醣類、多醣類、纖維素、改質的纖維素、及其組合。

208. 如實施例 1 至 20 中任一項所述的方法、如實施例 21 至 36 中任一項所述的方法、如實施例 37 至 41 中任一項所述的製造套件、如實施例 42 至 46 中任一項所述的製作電性系統的方法、如實施例 47 至 54 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 55 至 75 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 76 至 82 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 83 至 93 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 94 至 112 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 113 至 117 中任一項所述的方法、如實施例 118 至 142 中任一項所述的薄膜式電子裝置、如實施例 143 至 160 中任一項所述的薄膜式電子裝置、如實施例 161 至 175 中任一項所述的可佩戴型薄膜式電子裝置、如實施例 176 至 180 中任一項所述的可配置能量儲

存裝置、如實施例 181 至 185 中任一項所述的能量儲存裝置、或如實施例 186 至 196 中任一項所述的能量儲存裝置，其中所述分隔件包含包括以下中的一或多者在內的填充材料：矽藻外殼、沸石、纖維素纖維、玻璃纖維、氧化鋁、矽膠、碳分子篩、天然黏土類固體、聚合吸收劑、或其組合。

209. 如實施例 1 至 20 中任一項所述的方法、如實施例 21 至 36 中任一項所述的方法、如實施例 37 至 41 中任一項所述的製造套件、如實施例 42 至 46 中任一項所述的製作電性系統的方法、如實施例 47 至 54 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 55 至 75 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 76 至 82 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 83 至 93 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 94 至 112 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 113 至 117 中任一項所述的方法、如實施例 118 至 142 中任一項所述的薄膜式電子裝置、如實施例 143 至 160 中任一項所述的薄膜式電子裝置、如實施例 161 至 175 中任一項所述的可佩戴型薄膜式電子裝置、如實施例 176 至 180 中任一項所述的可配置能量儲存裝置、如實施例 181 至 185 中任一項所述的能量儲存裝置、或如實施例 186 至 196 中任一項所述的能量儲存裝置，其中第一電極層或第二電極層中的一者包含陰極電極活性材料，所述陰極電極活性材料包括含銀化合物或含錳化合物。

210. 如實施例 1 至 20 中任一項所述的方法、如實施例 21 至 36 中任一項所述的方法、如實施例 37 至 41 中任一項所述的製造套

件、如實施例 42 至 46 中任一項所述的製作電性系統的方法、如實施例 47 至 54 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 55 至 75 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 76 至 82 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 83 至 93 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 94 至 112 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 113 至 117 中任一項所述的方法、如實施例 118 至 142 中任一項所述的薄膜式電子裝置、如實施例 143 至 160 中任一項所述的薄膜式電子裝置、如實施例 161 至 175 中任一項所述的可佩戴型薄膜式電子裝置、如實施例 176 至 180 中任一項所述的可配置能量儲存裝置、如實施例 181 至 185 中任一項所述的能量儲存裝置、或如實施例 186 至 196 中任一項所述的能量儲存裝置，其中第一電極層或第二電極層中的一者包含陰極電極活性材料，所述陰極電極活性材料包括氧化銀（I）（Ag_2O）；氧化銀（I、III）（AgO）；包含氧化銀（I）（Ag_2O）與氧化錳（IV）（MnO_2）的混合物、氧化錳（II、III）（Mn_3O_4）、氧化錳（II）（MnO）、氧化錳（III）（Mn_2O_3）、氧氫氧化錳（MnOOH）；包含氧化銀（I）（Ag_2O）與氧氫氧化鎳（NiOOH）的混合物、氧化銀鎳（$AgNiO_2$）；或其組合。

211. 如實施例 1 至 20 中任一項所述的方法、如實施例 21 至 36 中任一項所述的方法、如實施例 37 至 41 中任一項所述的製造套件、如實施例 42 至 46 中任一項所述的製作電性系統的方法、如實施例 47 至 54 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 55 至 75 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 76 至 82 中任一項所述

的能量儲存裝置、如實施例 83 至 93 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 94 至 112 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 113 至 117 中任一項所述的方法、如實施例 118 至 142 中任一項所述的薄膜式電子裝置、如實施例 143 至 160 中任一項所述的薄膜式電子裝置、如實施例 161 至 175 中任一項所述的可佩戴型薄膜式電子裝置、如實施例 176 至 180 中任一項所述的可配置能量儲存裝置、如實施例 181 至 185 中任一項所述的能量儲存裝置、或如實施例 186 至 196 中任一項所述的能量儲存裝置，其中第一電極層或第二電極層中的一者包含選自由以下者組成的陽極電極活性材料：鋅、鎘、鐵、鎳、鋁、金屬水合物、氫、或其組合。

212. 如實施例 1 至 20 中任一項所述的方法、如實施例 21 至 36 中任一項所述的方法、如實施例 37 至 41 中任一項所述的製造套件、如實施例 42 至 46 中任一項所述的製作電性系統的方法、如實施例 47 至 54 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 55 至 75 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 76 至 82 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 83 至 93 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 94 至 112 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 113 至 117 中任一項所述的方法、如實施例 118 至 142 中任一項所述的薄膜式電子裝置、如實施例 143 至 160 中任一項所述的薄膜式電子裝置、如實施例 161 至 175 中任一項所述的可佩戴型薄膜式電子裝置、如實施例 176 至 180 中任一項所述的可配置能量儲存裝置、如實施例 181 至 185 中任一項所述的能量儲存裝置、或

如實施例 186 至 196 中任一項所述的能量儲存裝置，其中所述能量儲存裝置包括鋅/碳一次電池、鋅/鹼性/錳一次電池、鎂/二氧化錳一次電池、鋅/氧化汞一次電池、鎘/氧化汞一次電池、鋅/氧化銀一次電池、鋅/空氣一次電池、鋰/可溶陰極一次電池、或鋰/固體陰極一次電池。

213. 如實施例 1 至 20 中任一項所述的方法、如實施例 21 至 36 中任一項所述的方法、如實施例 37 至 41 中任一項所述的製造套件、如實施例 42 至 46 中任一項所述的製作電性系統的方法、如實施例 47 至 54 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 55 至 75 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 76 至 82 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 83 至 93 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 94 至 112 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 113 至 117 中任一項所述的方法、如實施例 118 至 142 中任一項所述的薄膜式電子裝置、如實施例 143 至 160 中任一項所述的薄膜式電子裝置、如實施例 161 至 175 中任一項所述的可佩戴型薄膜式電子裝置、如實施例 176 至 180 中任一項所述的可配置能量儲存裝置、如實施例 181 至 185 中任一項所述的能量儲存裝置、或如實施例 186 至 196 中任一項所述的能量儲存裝置，其中所述能量儲存裝置包括鎳/鐵二次電池、銀/鐵二次電池、鐵/空氣二次電池、鎳/鎘二次電池、鎳/金屬氫化物二次電池、鎳/鋅二次電池、鋅/氧化銀二次電池、鋰離子二次電池、鋰/金屬二次電池、Zn/MnO_2 二次電池、鋅/空氣二次電池、鋁/空氣二次電池、鎂/空氣二次電池、

或鋰/空氣/鋰/聚合物二次電池。

214. 如實施例 1 至 20 中任一項所述的方法、如實施例 21 至 36 中任一項所述的方法、如實施例 37 至 41 中任一項所述的製造套件、如實施例 42 至 46 中任一項所述的製作電性系統的方法、如實施例 47 至 54 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 55 至 75 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 76 至 82 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 83 至 93 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 94 至 112 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 113 至 117 中任一項所述的方法、如實施例 118 至 142 中任一項所述的薄膜式電子裝置、如實施例 143 至 160 中任一項所述的薄膜式電子裝置、如實施例 161 至 175 中任一項所述的可佩戴型薄膜式電子裝置、如實施例 176 至 180 中任一項所述的可配置能量儲存裝置、如實施例 181 至 185 中任一項所述的能量儲存裝置、或如實施例 186 至 196 中任一項所述的能量儲存裝置，其中所述能量儲存裝置包括超電容器。

215. 如實施例 1 至 20 中任一項所述的方法、如實施例 21 至 36 中任一項所述的方法、如實施例 37 至 41 中任一項所述的製造套件、如實施例 42 至 46 中任一項所述的製作電性系統的方法、如實施例 47 至 54 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 55 至 75 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 76 至 82 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 83 至 93 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 94 至 112 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例

113 至 117 中任一項所述的方法、如實施例 118 至 142 中任一項所述的薄膜式電子裝置、如實施例 143 至 160 中任一項所述的薄膜式電子裝置、如實施例 161 至 175 中任一項所述的可佩戴型薄膜式電子裝置、如實施例 176 至 180 中任一項所述的可配置能量儲存裝置、如實施例 181 至 185 中任一項所述的能量儲存裝置、或如實施例 186 至 196 中任一項所述的能量儲存裝置，其中所述能量儲存裝置包括超電容器，其中第一電極層及第二電極層中的每一者包括電性雙層電容器。

216. 如實施例 1 至 20 中任一項所述的方法、如實施例 21 至 36 中任一項所述的方法、如實施例 37 至 41 中任一項所述的製造套件、如實施例 42 至 46 中任一項所述的製作電性系統的方法、如實施例 47 至 54 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 55 至 75 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 76 至 82 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 83 至 93 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 94 至 112 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 113 至 117 中任一項所述的方法、如實施例 118 至 142 中任一項所述的薄膜式電子裝置、如實施例 143 至 160 中任一項所述的薄膜式電子裝置、如實施例 161 至 175 中任一項所述的可佩戴型薄膜式電子裝置、如實施例 176 至 180 中任一項所述的可配置能量儲存裝置、如實施例 181 至 185 中任一項所述的能量儲存裝置、或如實施例 186 至 196 中任一項所述的能量儲存裝置，其中所述能量儲存裝置包括超電容器，其中第一電極層及第二電極層中的每

一者包括偽電容器。

217. 如實施例 1 至 20 中任一項所述的方法、如實施例 21 至 36 中任一項所述的方法、如實施例 37 至 41 中任一項所述的製造套件、如實施例 42 至 46 中任一項所述的製作電性系統的方法、如實施例 47 至 54 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 55 至 75 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 76 至 82 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 83 至 93 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 94 至 112 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 113 至 117 中任一項所述的方法、如實施例 118 至 142 中任一項所述的薄膜式電子裝置、如實施例 143 至 160 中任一項所述的薄膜式電子裝置、如實施例 161 至 175 中任一項所述的可佩戴型薄膜式電子裝置、如實施例 176 至 180 中任一項所述的可配置能量儲存裝置、如實施例 181 至 185 中任一項所述的能量儲存裝置、或如實施例 186 至 196 中任一項所述的能量儲存裝置，其中所述能量儲存裝置包括混合超電容器，其中第一電極層被配置為電性雙層電容器，且第二電極層被配置為電性雙層電容器。

218. 如實施例 1 至 20 中任一項所述的方法、如實施例 21 至 36 中任一項所述的方法、如實施例 37 至 41 中任一項所述的製造套件、如實施例 42 至 46 中任一項所述的製作電性系統的方法、如實施例 47 至 54 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 55 至 75 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 76 至 82 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 83 至 93 中任一項所述的能量儲存裝

置、如實施例 94 至 112 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 113 至 117 中任一項所述的方法、如實施例 118 至 142 中任一項所述的薄膜式電子裝置、如實施例 143 至 160 中任一項所述的薄膜式電子裝置、如實施例 161 至 175 中任一項所述的可佩戴型薄膜式電子裝置、如實施例 176 至 180 中任一項所述的可配置能量儲存裝置、如實施例 181 至 185 中任一項所述的能量儲存裝置、或如實施例 186 至 196 中任一項所述的能量儲存裝置，其中所述能量儲存裝置包括具有對稱電極的超電容器，其中第一電極層及第二電極層中的每一者包含氧化鋅（Zn_xO_y）或氧化錳（Mn_xO_y）。

219. 如實施例 1 至 20 中任一項所述的方法、如實施例 21 至 36 中任一項所述的方法、如實施例 37 至 41 中任一項所述的製造套件、如實施例 42 至 46 中任一項所述的製作電性系統的方法、如實施例 47 至 54 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 55 至 75 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 76 至 82 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 83 至 93 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 94 至 112 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 113 至 117 中任一項所述的方法、如實施例 118 至 142 中任一項所述的薄膜式電子裝置、如實施例 143 至 160 中任一項所述的薄膜式電子裝置、如實施例 161 至 175 中任一項所述的可佩戴型薄膜式電子裝置、如實施例 176 至 180 中任一項所述的可配置能量儲存裝置、如實施例 181 至 185 中任一項所述的能量儲存裝置、或如實施例 186 至 196 中任一項所述的能量儲存裝置，其中所述能

量儲存裝置包括具有對稱電極的超電容器，其中第一電極層及第二電極層中的每一者包含碳奈米管。

220. 如實施例 1 至 20 中任一項所述的方法、如實施例 21 至 36 中任一項所述的方法、如實施例 37 至 41 中任一項所述的製造套件、如實施例 42 至 46 中任一項所述的製作電性系統的方法、如實施例 47 至 54 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 55 至 75 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 76 至 82 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 83 至 93 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 94 至 112 中任一項所述的能量儲存裝置、如實施例 113 至 117 中任一項所述的方法、如實施例 118 至 142 中任一項所述的薄膜式電子裝置、如實施例 143 至 160 中任一項所述的薄膜式電子裝置、如實施例 161 至 175 中任一項所述的可佩戴型薄膜式電子裝置、如實施例 176 至 180 中任一項所述的可配置能量儲存裝置、如實施例 181 至 185 中任一項所述的能量儲存裝置、或如實施例 186 至 196 中任一項所述的能量儲存裝置，其中所述能量儲存裝置包括具有非對稱電極的超電容器，其中第一電極層及第二電極層中的一者包含氧化鋅（Zn_xO_y）或氧化錳（Mn_xO_y），且第一電極層及第二電極層中的另一者包含碳奈米管。

【0234】 除非上下文另有清晰要求，否則在本說明及申請專利範圍通篇中，詞語「包括（comprise、comprising、include、including）」等應以包含性意義而非排他性或詳盡性意義來解釋；亦即，應以「包括但不限於」的意義來解釋。本文通常使用的詞語「耦合」指

代可直接連接或者藉由一或多個中間元件而連接的二或更多個元件。同樣地，本文通常使用的詞語「連接」指代可直接連接或者藉由一或多個中間元件而連接的二或更多個元件。另外，在本申請案中所使用的詞語「本文」、「以上」、「以下」及具有類似意思的詞語應指代本申請案整體而非指代本申請案的任何特定部分。在上下文允許的情況下，以上詳細說明中使用單數或複數的詞語亦可分別包括複數或單數。詞語「或」涉及由二或更多個項形成的清單，所述詞語涵蓋詞語的所有以下解釋：清單中的項中的任一者、清單中的所有項、以及清單中的項的任何組合。

【0235】 此外，除非另有具體陳述或在所使用的上下文內另有理解，否則本文所使用的條件性語言（除其他之外，例如「可（can、could、might、may）」、「例如（e.g.、for example、such as）」等）通常旨在傳達：某些實施例包括某些特徵、元件及/或狀態，而其他實施例不包括某些特徵、元件及/或狀態。因此，此種條件性語言通常並非旨在暗示一或多個實施例無論如何皆需要特徵、元件及/或狀態、或者是否在任何特定實施例中包含或將執行該些特徵、元件及/或狀態。

【0236】 儘管已闡述了某些實施例，然而該些實施例是僅以舉例方式呈現而非旨在限制本發明的範圍。相反，本文所述的新穎設備、方法及系統可實施為多種其他形式；此外，在不背離本發明的精神的條件下，可在形式上對本文所述的方法及系統作出各種省略、替代及改變。舉例而言，儘管以給定佈置呈現了各區塊，然而

替代實施例可以不同的組件及/或電路拓撲來執行類似的功能，並且可刪除、移動、添加、細分、組合及/或修改某些區塊。可以多種不同的方式來實作該些區塊中的每一者。本文所述各種實施例的元件及動作的任何適合的組合可被組合以提供其他實施例。以上所述的各種特徵及過程可彼此獨立地被實作，或者可以各種方式來加以組合。本發明的特徵的所有可能的組合及子組合旨在歸屬於本發明的範圍內。

【0237】 另外，除非另有指明，否則本發明的方法的步驟中的任一者皆不侷限於任何特定執行次序。熟習此項技術者可聯想到對所揭露實例的併入有本發明精神及實質的潤飾，且此種潤飾處於本發明的範圍內。此外，本文中所述的所有參考文獻皆全文併入本文中供參考。

【0238】 儘管本文所述的方法及裝置可易於作出各種潤飾及替代形式，然而在圖式中已示出且在本文詳細地闡述了所述方法及裝置的具體實例。然而，應理解，本發明並非僅限於所揭露的特定形式或方法，而是相反，本發明將涵蓋歸屬於所述的各種實例及隨附申請專利範圍的精神及範圍內的所有潤飾、等效形式、及替代方案。此外，本文結合實例所揭露的任何特定特徵、態樣、方法、性質、特性、品質、屬性、元件等皆可在本文所述的所有其他實例中使用。本文所揭露的任何方法不需要以所述的次序來執行。視實例而定，本文所述的演算法、方法或過程中的任一者的一或多個動作、事件或功能可以不同的順序來執行，可被添加、合併或完全省

去（例如，對於方法的實踐而言，並不需要所有所述的動作或事件）。在一些實例中，可同時執行多個動作或事件。此外，沒有元件、特徵、區塊或步驟、或元件群組、特徵群組、區塊群組或步驟群組對於每一實例是必需或必不可少的。另外，系統、方法、特徵、元件、模組、區塊等的所有可能的組合、子組合及重新佈置均處於本發明的範圍內。除非另有具體陳述或在所使用的上下文內另有理解，否則所使用的順序語言或時序語言（例如「然後」、「接下來」、「之後」、「隨後」等）通常旨在便利於本文的行文而非旨在限制所執行的操作的順序。因此，可使用本文所述的操作順序來執行一些實例，而可遵循不同的操作順序來執行其他實例。

【0239】 本文所揭露的範圍亦涵蓋任何及所有交疊、子範圍及其組合。例如「最高達」、「至少」、「大於」、「小於」、「介於...之間」等語言包括所敍述的數值。前面有例如「約」或「大約」等用語的數值包括所敍述的數值，且應基於情況來加以解釋（例如，在所述情況下盡可能合理地準確，例如±5%，±10%，±15%等）。舉例而言，「約 1 伏」包括「1 伏」。前面沒有例如「約」或「大約」等用語的數值可基於情況而被理解為在所述情況下盡可能合理地準確，例如±5%、±10%、±15%。舉例而言，「1 伏」包括「0.9 伏至 1.1 伏」。前面有例如「實質上」等用語的片語包括所敍述的片語且應基於情況來加以解釋（例如，在所述情況下盡可能合理）。舉例而言，「實質上垂直」包括「垂直」。除非另有陳述，否則所有量測均是在包括溫度及壓力在內的標準條件下進行。片語「...中的至少一者」旨

在需要前述清單中的至少一個項，而非需要前述清單的各項中屬於一種類型的每一項。舉例而言，「A、B 及 C 中的至少一者」可包括 A、B、C、A 及 B、A 及 C、B 及 C、或 A、B 及 C。

【符號說明】

【0240】

100、200、300、400、500、700、800、900、1700、1900：薄膜式能量儲存裝置（ESD）/ESD

104：基板

108：第一集電器/第一集電器層/集電器

112：第一電極層/第一電極/電極/電極層

112A：第一電極層

112B：附加第一電極層/附加第一電極

116：分隔件/分隔件層

116A：第一分隔件層

116B：第二分隔件層

120：第二電極層/第二電極/電極/電極層

120A：橫向延伸部分

120B：基礎部分

124：第二集電器/第二集電器層/集電器

128：中間集電器/集電器/中間集電器層

210：間隙

404：寬度（w_1）

408：厚度（t_1）

502、506、702、902、906：穿孔或開口

512：第一電極/第一電極層

512A：第一電極層/第一電極

512B、812：附加第一電極層

516：穿孔式分隔件/分隔件

520、720：第二電極

520A：第二電極層/第二電極

520B、720A、820：附加第二電極層

720B：第二電極層

808、908：第一集電器

808A：第一部分

808B：第二部分

816：第二分隔件

904：基板/穿孔式基板

908A：第一集電器層

908B：附加第一集電器層

924：第二集電器

924A：第二集電器層

924B：附加第二集電器層

1000A、1000B、1000C、1000D、1000E：電極交疊佈置/佈置

/電池佈置/電極佈置

1100A、1100B：薄膜式能量儲存裝置

1200A、1200B、1200C、1400A、1400B、1400C、1600A、1600B、1600C、1800A、1800B、1800C、2000A、2000B、2000C、2100A、2100B、2200A、2200B、2200C：中間結構

1200D、1400D、1600D、1800D、2000D、2100C、2200D：中間結構/薄膜式能量儲存裝置/ESD

2300：可佩戴型裝置

2304：核心裝置

2400：現場可配置型薄膜式 ESD/ESD

2404：水平穿孔

2408：垂直穿孔

2500：整合型薄膜式電子裝置

2504：薄膜式核心裝置

2508：第一端子

2512：第二端子

2600、2700、2900、3000、3100、3200A、3200B、3400：整合型薄膜式電子裝置/薄膜式電子裝置

2800：薄膜式發光裝置/發光裝置

2804：發光層

2808：絕緣體層或鈍化層

2812：附加導電層

3004：開關

3204A：第一薄膜式能量收穫裝置/第一能量收穫裝置/能量收穫裝置

3204B：第二薄膜式能量收穫裝置/第二能量收穫裝置/能量收穫裝置

3208A：第一光伏層/可印刷光伏層/光伏層

3208B：第二光伏層/可印刷光伏層/光伏層

3212A：第一電洞傳輸層

3212B：第二電洞傳輸層

3216A：第一電子傳輸層

3216B：第二電子傳輸層

3220A：第一導電層

3220B：第二導電層

3224：二極體

3228：絕緣層

3500：製造套件

3504：容器/施加器

3508：電解質

3516：乾燥的分隔件/分隔件

3520：未活化的薄膜式能量儲存裝置（ESD）/薄膜式能量儲存裝置

12-12’、14-14’、16-16’、18-18’、21A-21A’、21B-21B’、21C-

21C’：剖面

hν：光/光子

t_1：厚度

w_1：寬度

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種能量儲存裝置，包括：

第一集電器層及第二集電器層，在電性絕緣基板之上沿橫向方向相鄰設置；

第一電極層，包括位於所述第一集電器層之上的陽極活性材料及陰極活性材料中的一者；

分隔件，位於所述第一電極層之上；以及

第二電極層，包括所述陽極活性材料及所述陰極活性材料中的另一者，所述第二電極層更包括：基礎部分，沿垂直方向自所述第二集電器層延伸；以及橫向延伸部分，沿所述橫向方向自所述基礎部分延伸以與所述第一電極層的主表面交疊，

其中所述第一集電器層、所述第一電極層、所述分隔件、所述第二電極層、及所述第二集電器層中的一或多者包括印刷層。

【第2項】 如申請專利範圍第 1 項所述的能量儲存裝置，其中所述能量儲存裝置與被配置成由所述能量儲存裝置電性供電的核心裝置印刷於所述電性絕緣基板的同一側上。

【第3項】 如申請專利範圍第 1 項所述的能量儲存裝置，其中所述電性絕緣基板包括聚合基板。

【第4項】 如申請專利範圍第 1 項所述的能量儲存裝置，其中所述電性絕緣基板包括充分撓性以供使用者佩戴的撓性基板。

【第5項】 如申請專利範圍第 1 項至第 4 項中任一項所述的能量儲存裝置，其中所述分隔件包括：

垂直部分，在所述橫向方向上夾置於所述第二電極層的所述基礎部分與所述第一電極層的側表面之間；以及

水平部分，在所述垂直方向上夾置於所述第二電極層的所述橫向延伸部分與所述第一電極層之間。

【第6項】 如申請專利範圍第 1 項至第 4 項中任一項所述的能量儲存裝置，其中所述第二電極層的所述基礎部分具有較所述第二電極層的所述橫向延伸部分的厚度厚的寬度。

【第7項】 如申請專利範圍第 6 項所述的能量儲存裝置，其中所述第二電極層的所述基礎部分的所述寬度介於所述第二電極層的所述橫向延伸部分的所述厚度的二倍至十倍之間。

【第8項】 如申請專利範圍第 1 項至第 4 項中任一項所述的能量儲存裝置，其中所述第一電極層包含第一電極活性材料，且所述第二電極層包含第二電極活性材料，其中所述第一電極活性材料與所述第二電極活性材料之間的莫耳比率介於 0.25 與 4.0 之間。

【第9項】 一種能量儲存裝置，包括：

電性絕緣基板；

第一集電器層，位於所述電性絕緣基板之上，其中所述第一集電器層包括多個第一集電器指狀結構；

第二集電器層，位於所述電性絕緣基板之上，其中所述第二集電器層包括多個第二集電器指狀結構，其中所述第一集電器指狀結構與所述第二集電器指狀結構為交錯的，以在橫向方向上交替；

第一電極層，包括位於所述第一集電器層之上的陽極活性材料及陰極活性材料中的一者；

第二電極層，包括位於所述第二集電器層之上的所述陽極活性材料及所述陰極活性材料中的另一者；以及

分隔件層，將所述第一電極層與所述第二電極層隔開。

【第10項】 如申請專利範圍第 9 項所述的能量儲存裝置，其中所述能量儲存裝置與被配置成由所述能量儲存裝置電性供電的核心裝置印刷於所述電性絕緣基板的同一側上。

【第11項】 如申請專利範圍第 9 項所述的能量儲存裝置，其中所述第一電極層包含第一電極活性材料，且所述第二電極層包含第二電極活性材料，其中所述第一電極活性材料與所述第二電極活性材料之間的莫耳比率介於 0.25 與 4.0 之間。

【第12項】 如申請專利範圍第 9 項所述的能量儲存裝置，其中所述第一電極層包含第一電極活性材料，且所述第二電極層包含第二電極活性材料，其中所述第一電極層的橫向面積與所述第二電極層的橫向面積之間的比率與所述第一電極活性材料與所述第二電極活性材料之間的莫耳比率成比例。

【第13項】 如申請專利範圍第 9 項所述的能量儲存裝置，其中所述第一電極層包括多個第一電極指狀結構，且所述第二電極層包括多個第二電極指狀結構，並且其中所述第一電極指狀結構與所述第二電極指狀結構為交錯的，以在所述橫向方向上交替。

【第14項】 如申請專利範圍第 13 項所述的能量儲存裝置，其中所

述分隔件層位於所述第一電極層及所述第二電極層之上。

【第15項】 如申請專利範圍第 14 項所述的能量儲存裝置，其中所述分隔件層夾置於在所述橫向方向上交替之相鄰的成對所述第一電極指狀結構與所述第二電極指狀結構之間。

【第16項】 如申請專利範圍第 15 項所述的能量儲存裝置，其中所述分隔件層夾置於在所述橫向方向上交替之相鄰的成對所述第一集電器指狀結構與所述第二集電器指狀結構之間。

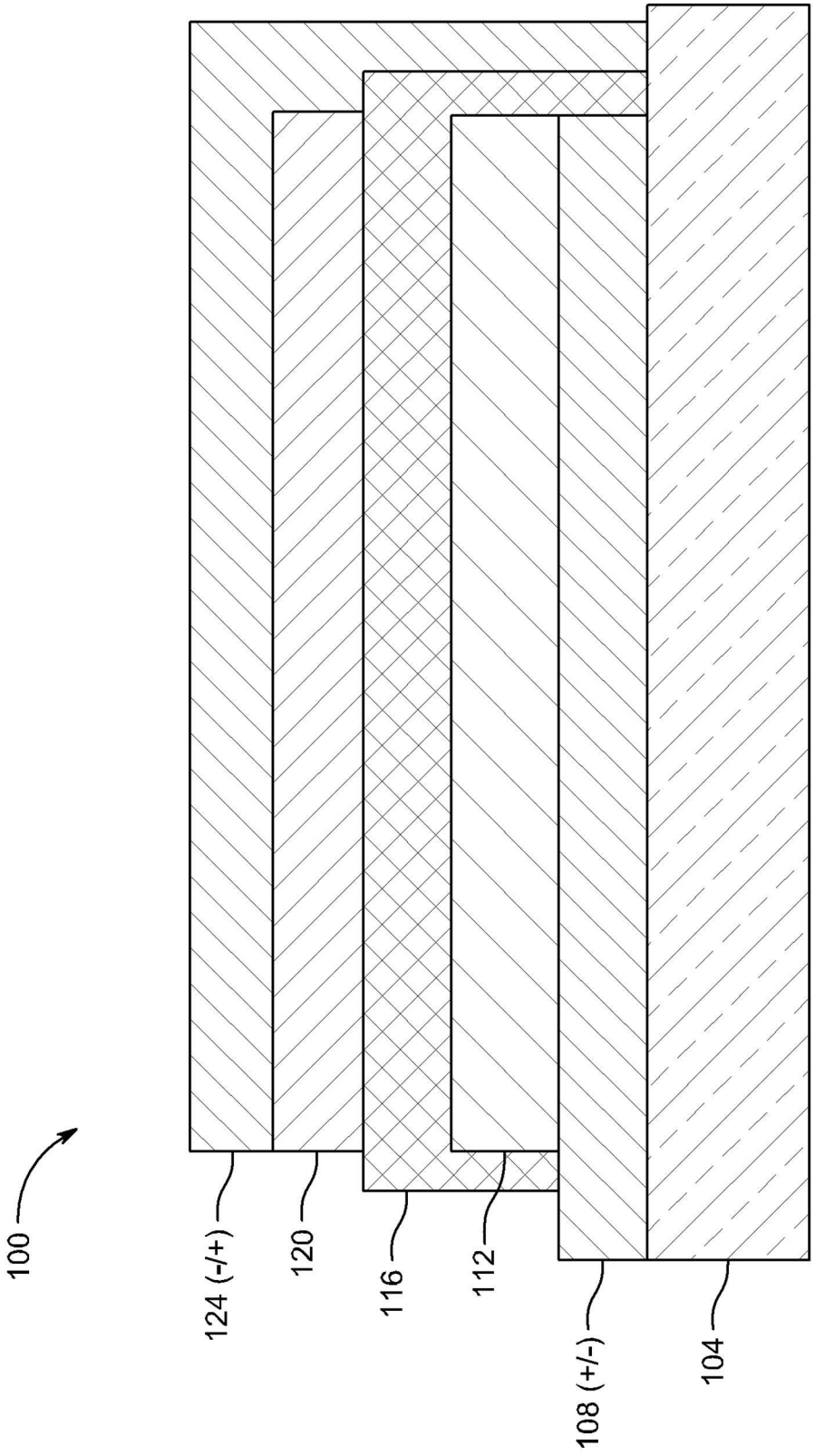
【第17項】 如申請專利範圍第 9 項至第 16 項中任一項所述的能量儲存裝置，其中所述第一電極層包括多個第一電極指狀結構，其中所述分隔件層位於所述第一電極指狀結構中的每一者之上，且其中所述第二電極層位於所述分隔件層之上。

【第18項】 如申請專利範圍第 17 項所述的能量儲存裝置，其中所述分隔件層在所述橫向方向上及在垂直方向上將所述第一電極指狀結構與所述第二電極層隔開。

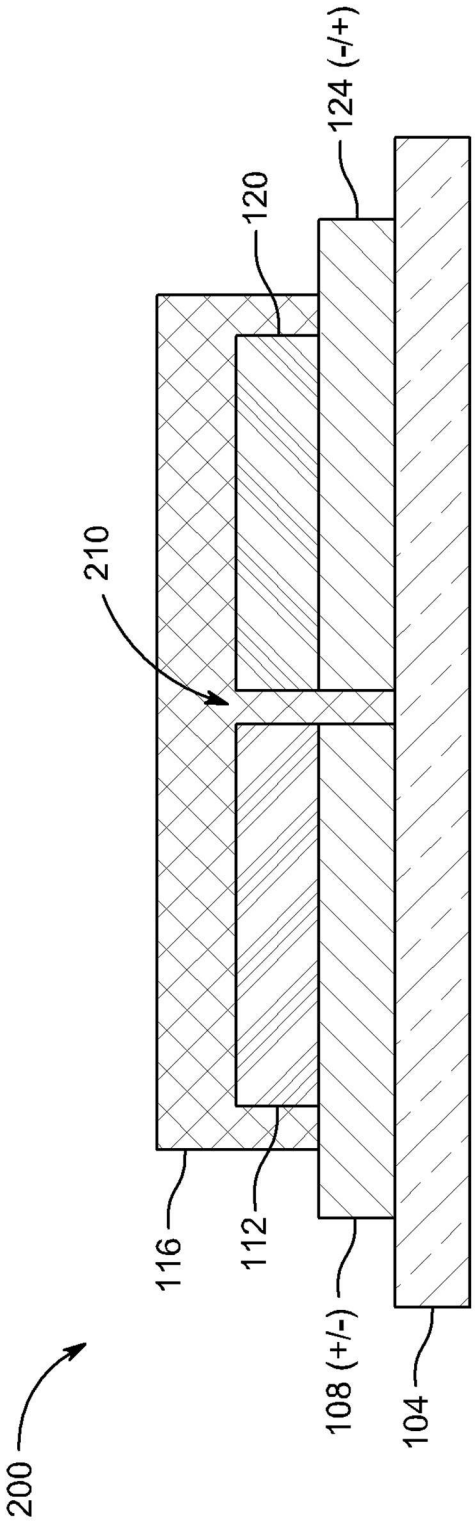
【第19項】 如申請專利範圍第 18 項所述的能量儲存裝置，其中所述分隔件層夾置於在所述橫向方向上交替之相鄰的成對所述第一集電器指狀結構與所述第二集電器指狀結構之間。

【第20項】 如申請專利範圍第 9 項至第 16 項中任一項所述的能量儲存裝置，其中所述第一集電器指狀結構及所述第二集電器指狀結構中的每一者具有介於 2 與 100 之間的長寬比率。

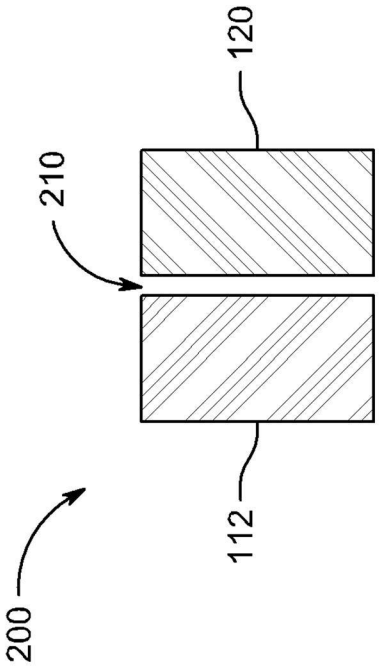
【發明圖式】



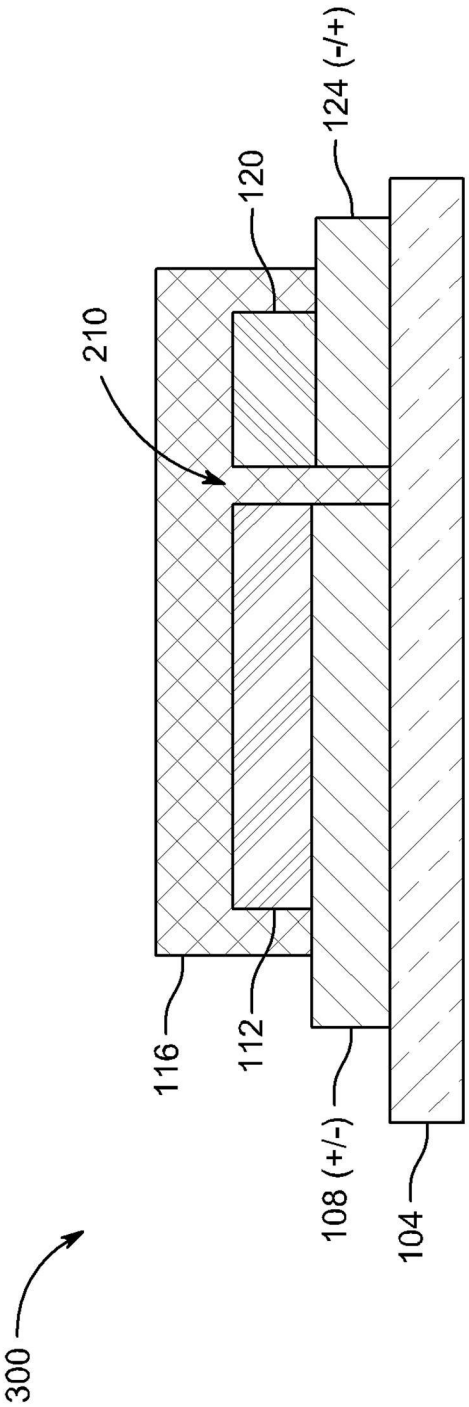
【圖1】



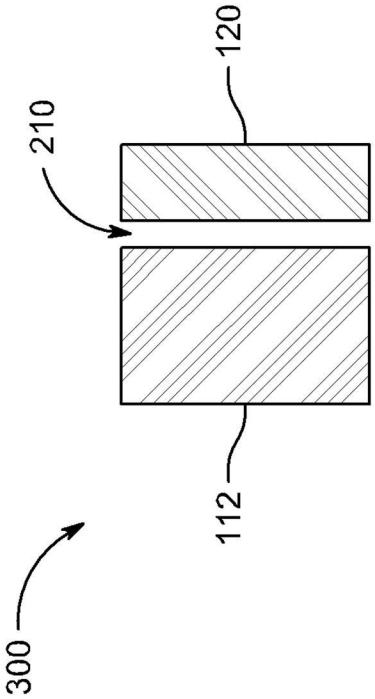
【圖2A】



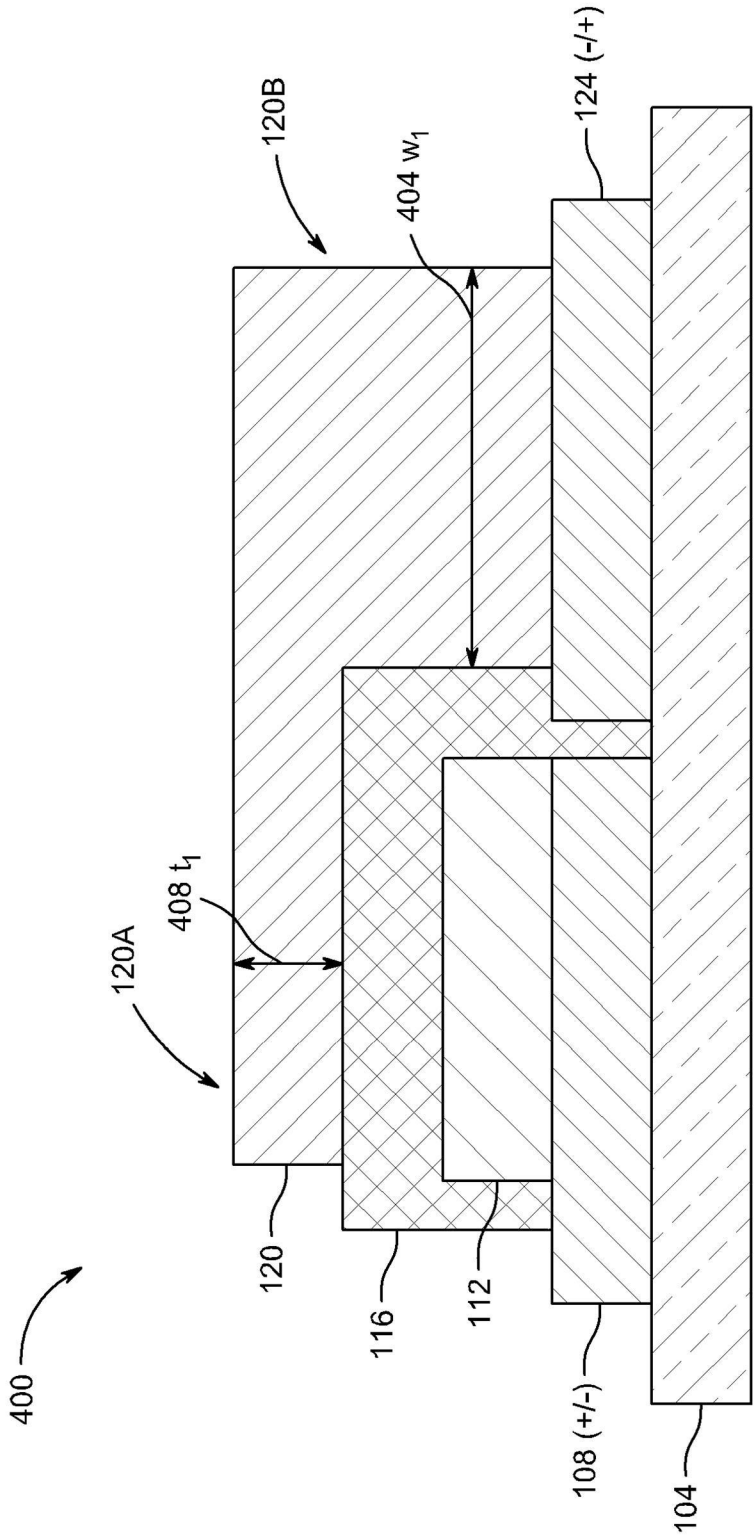
【圖2B】



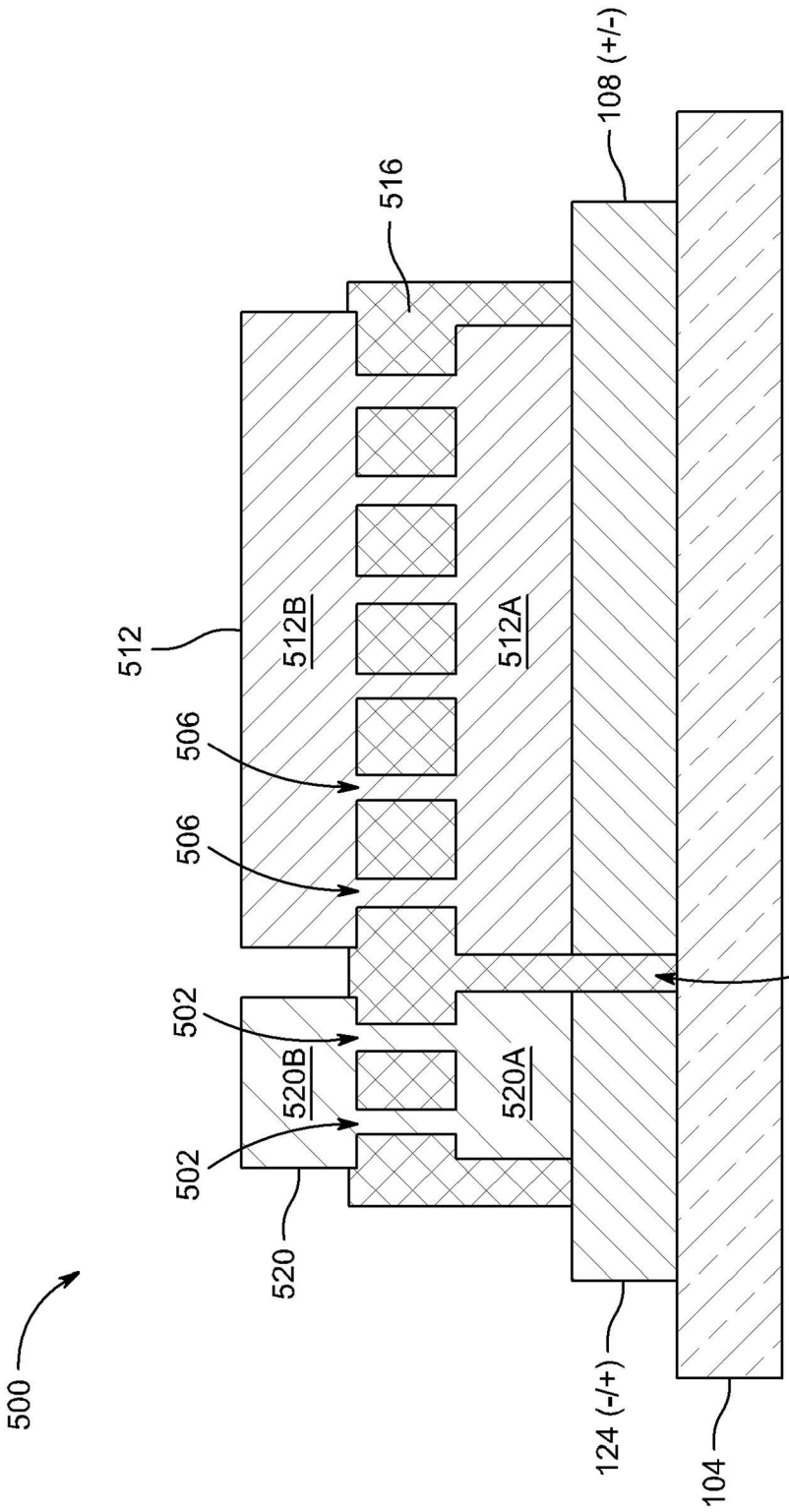
【圖3A】



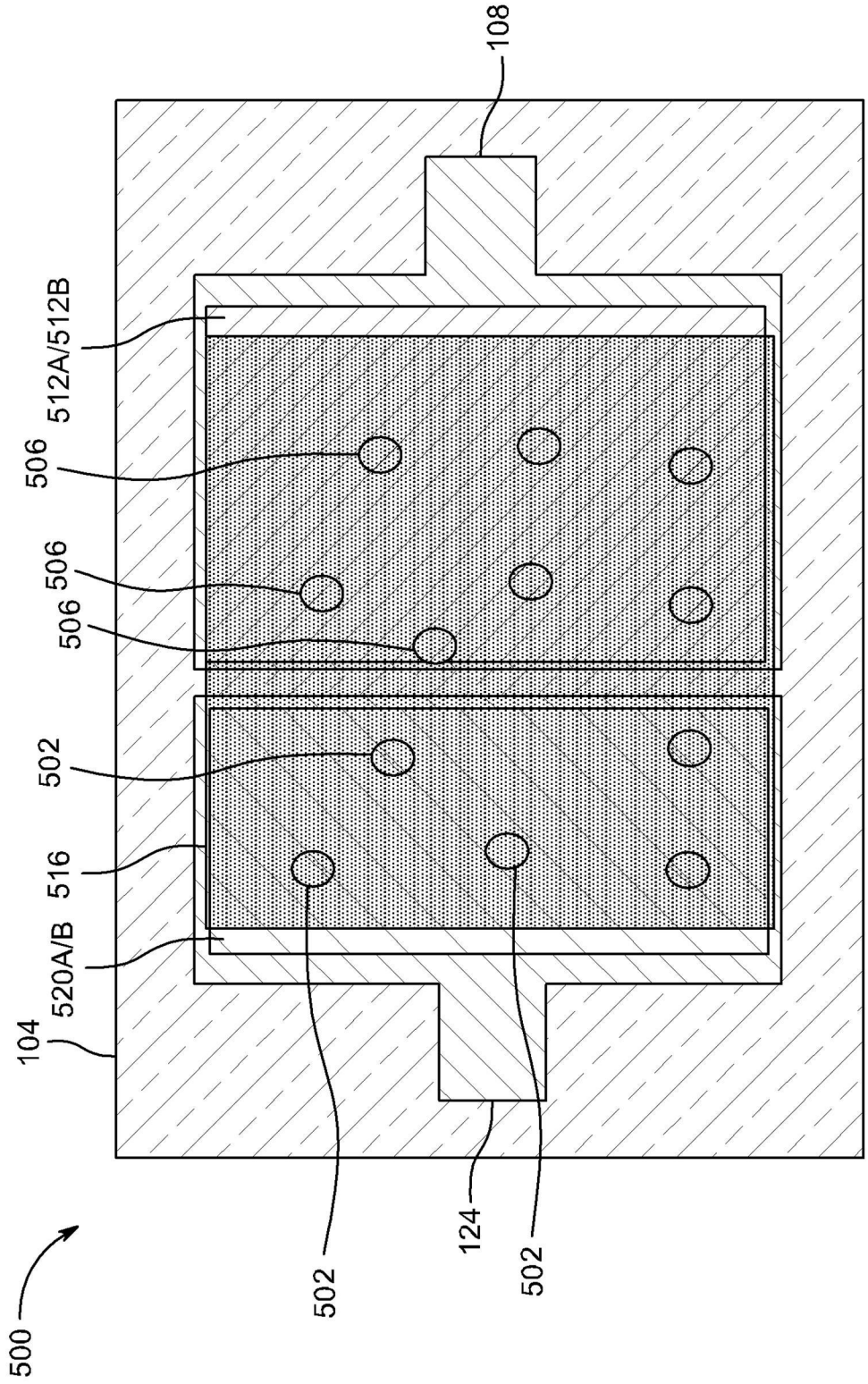
【圖3B】



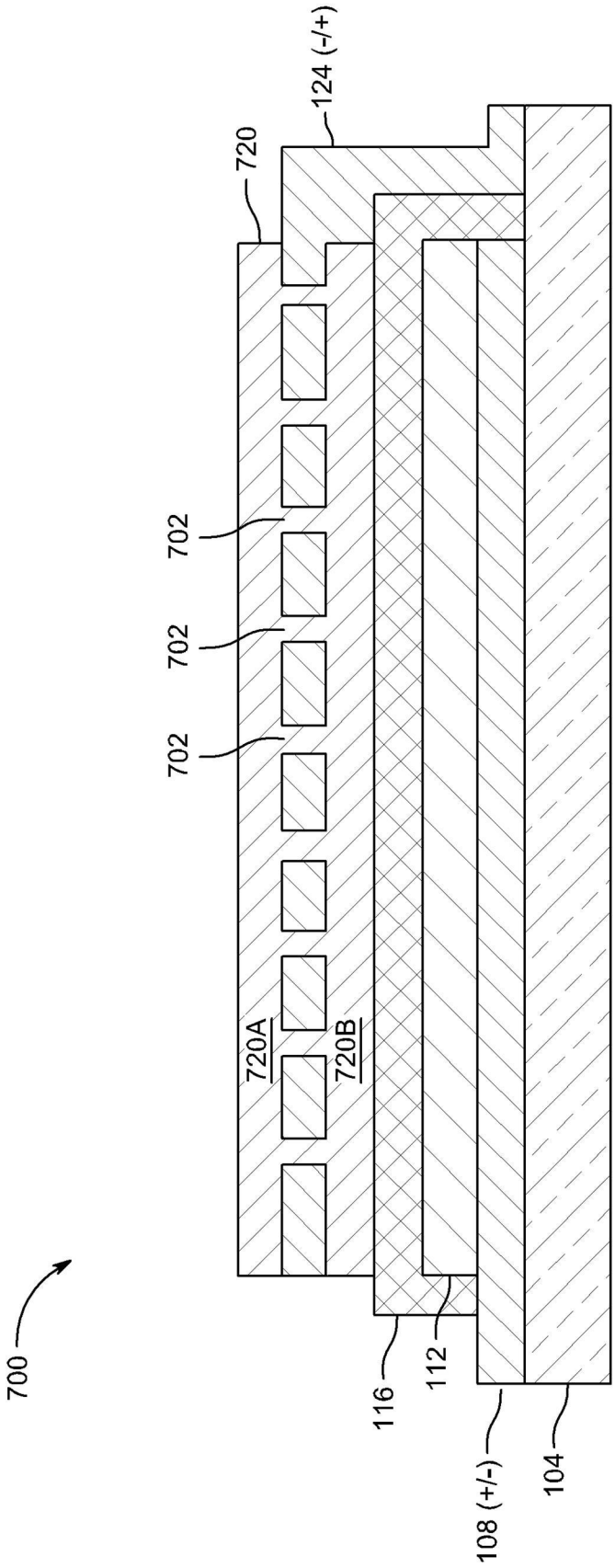
【圖4】


500
512
512B
512A
516
108 (+/-)
506
506
502
502
520
520B
520A
210
124 (-/+)
104

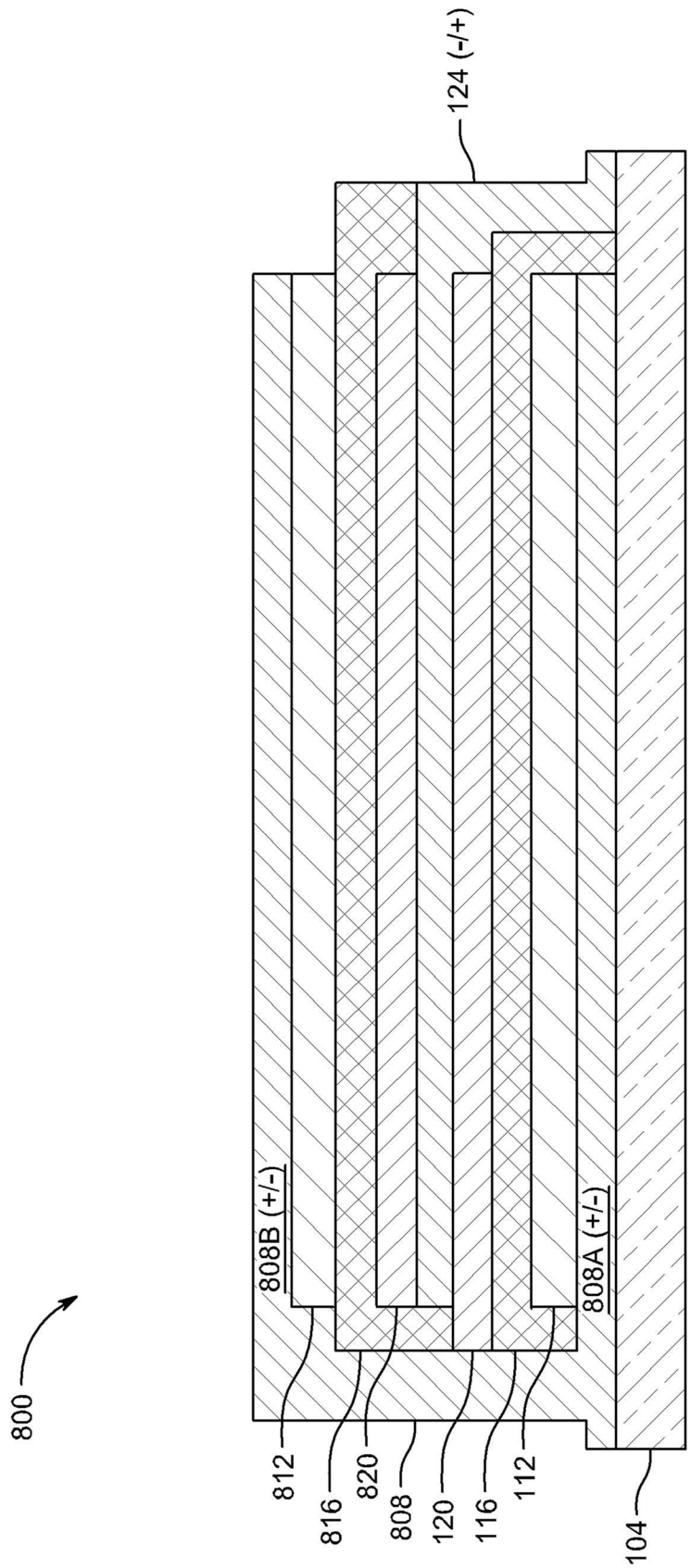
【圖5】



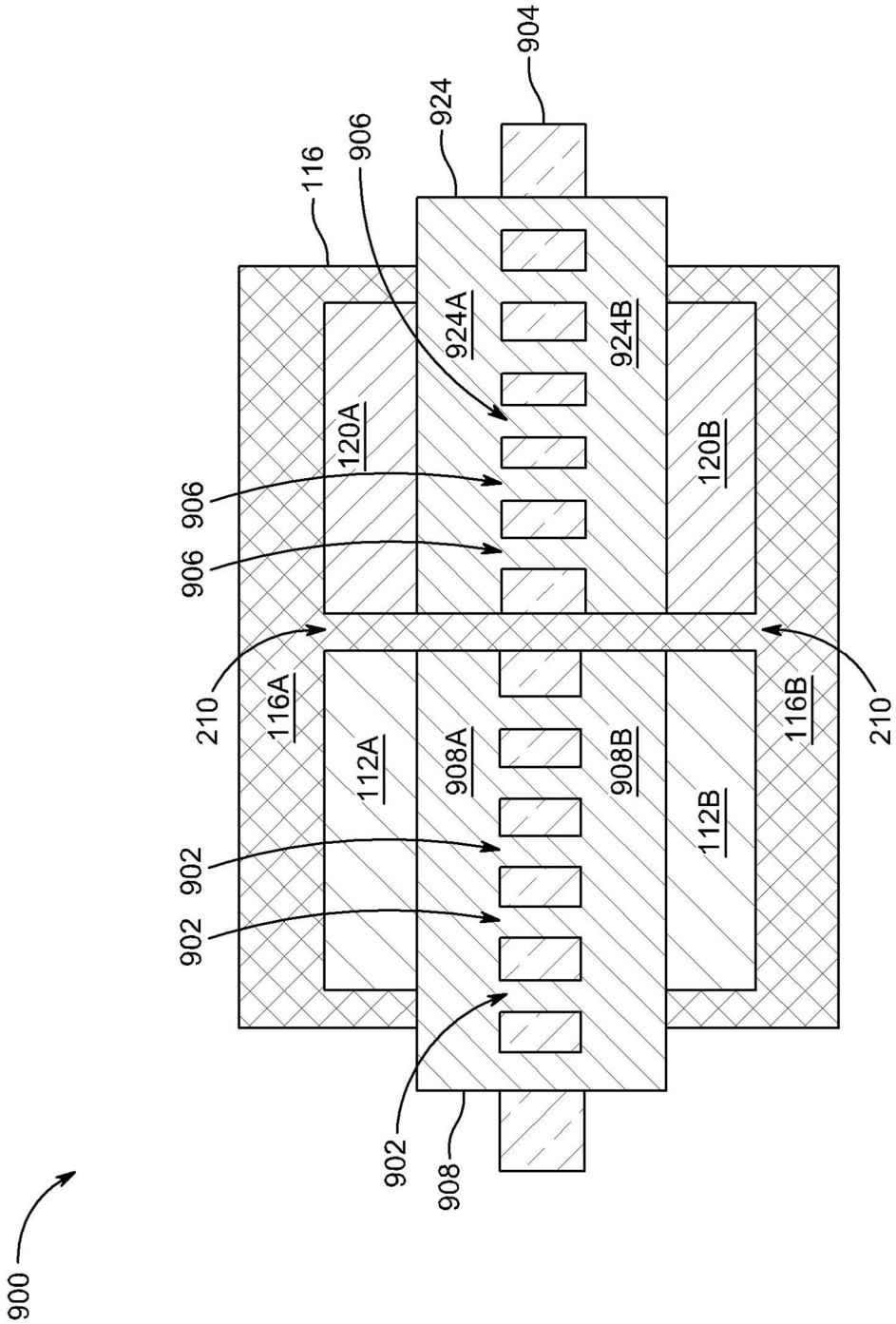
【圖6】



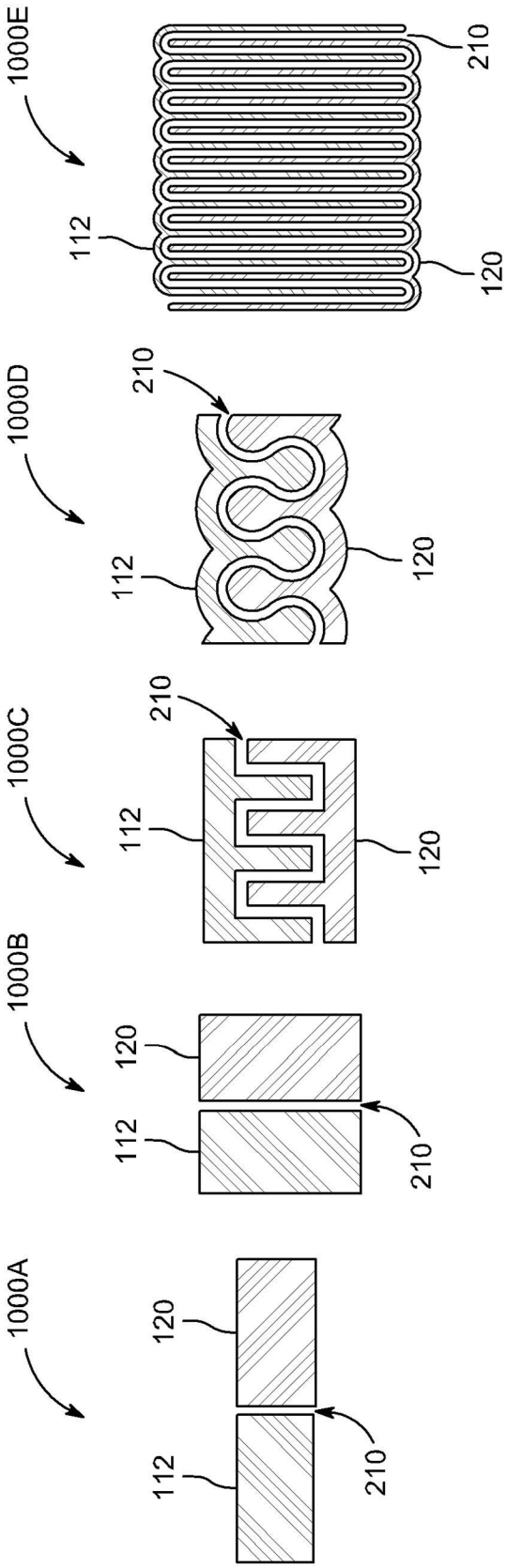
【圖7】



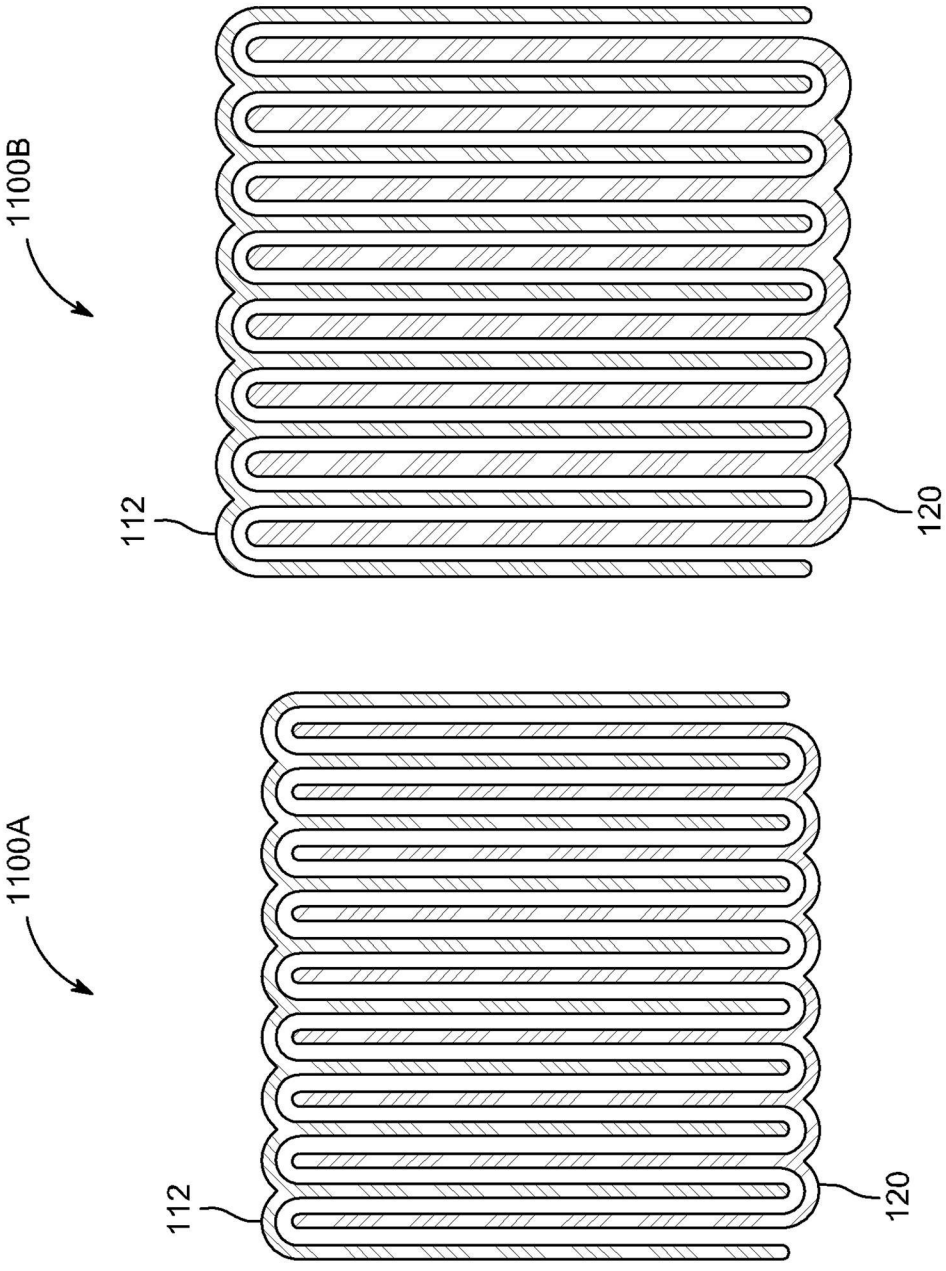
【圖8】


900
902
902
902
908
904
924
906
116
924A
924B
120A
120B
906
906
210
116A
112A
908A
908B
112B
116B
210

【圖9】

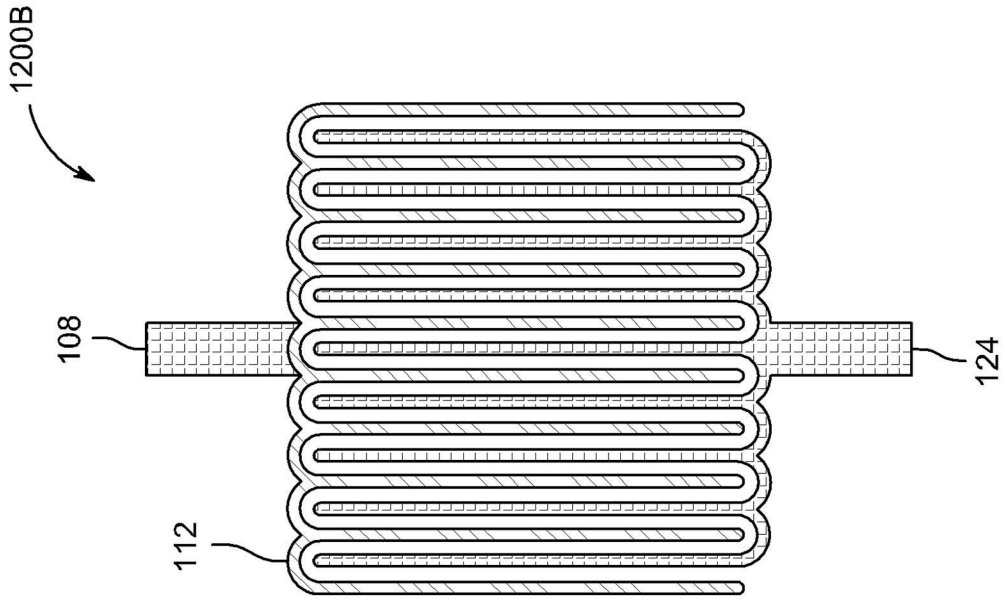


【圖10A】 【圖10B】 【圖10C】 【圖10D】 【圖10E】

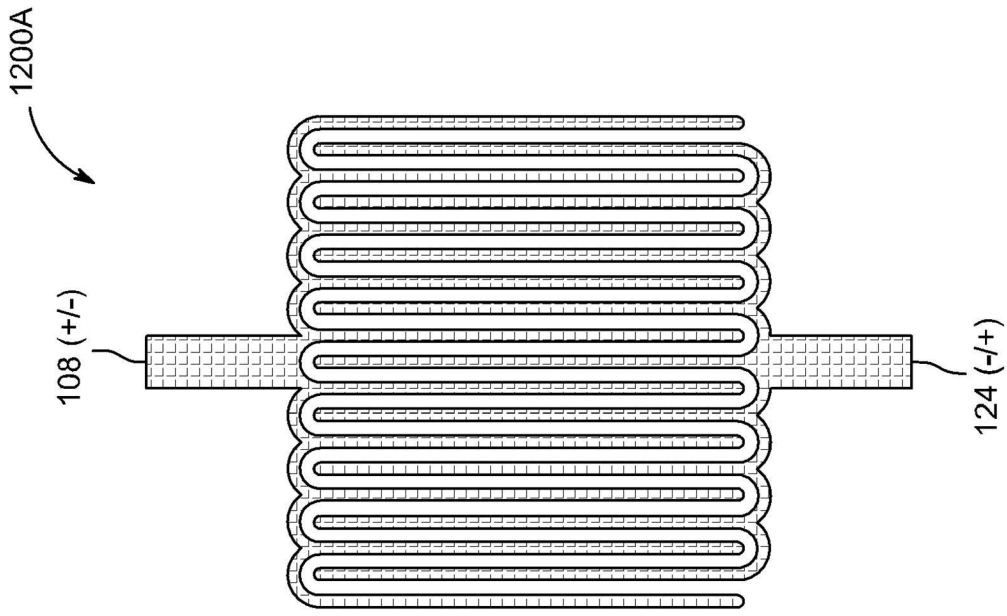


【圖11B】

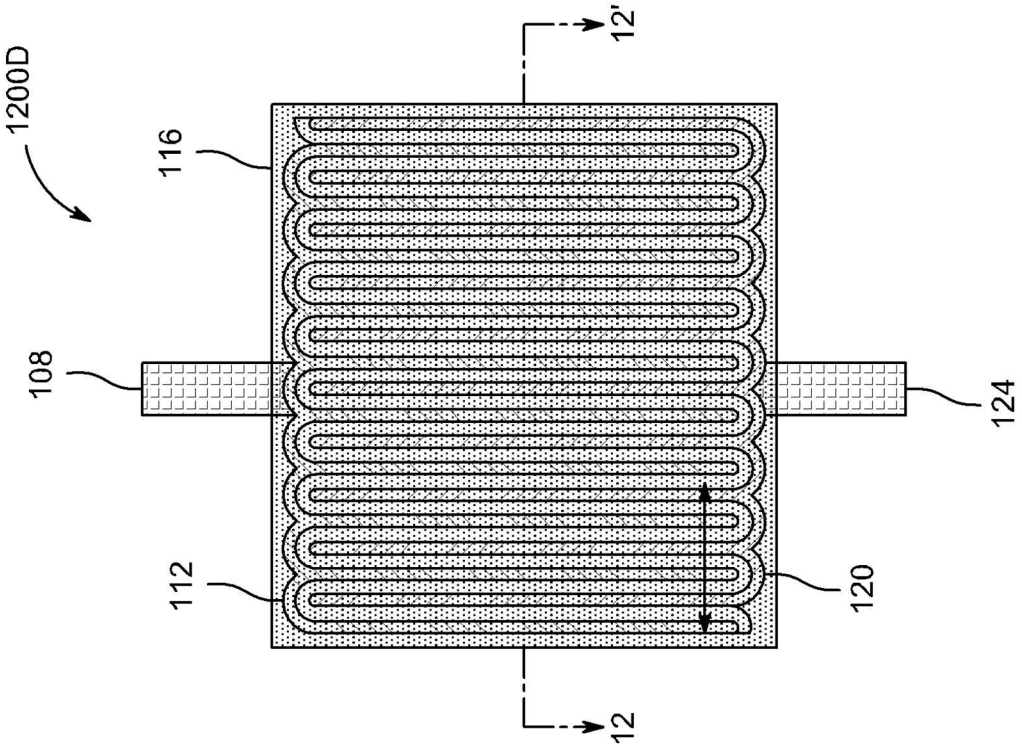
【圖11A】



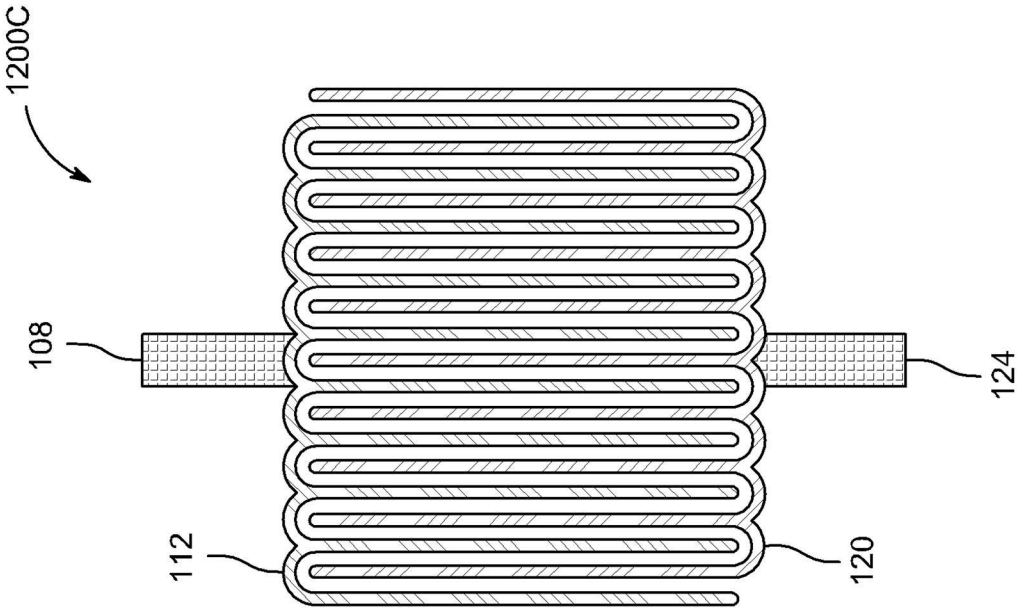
【圖12B】



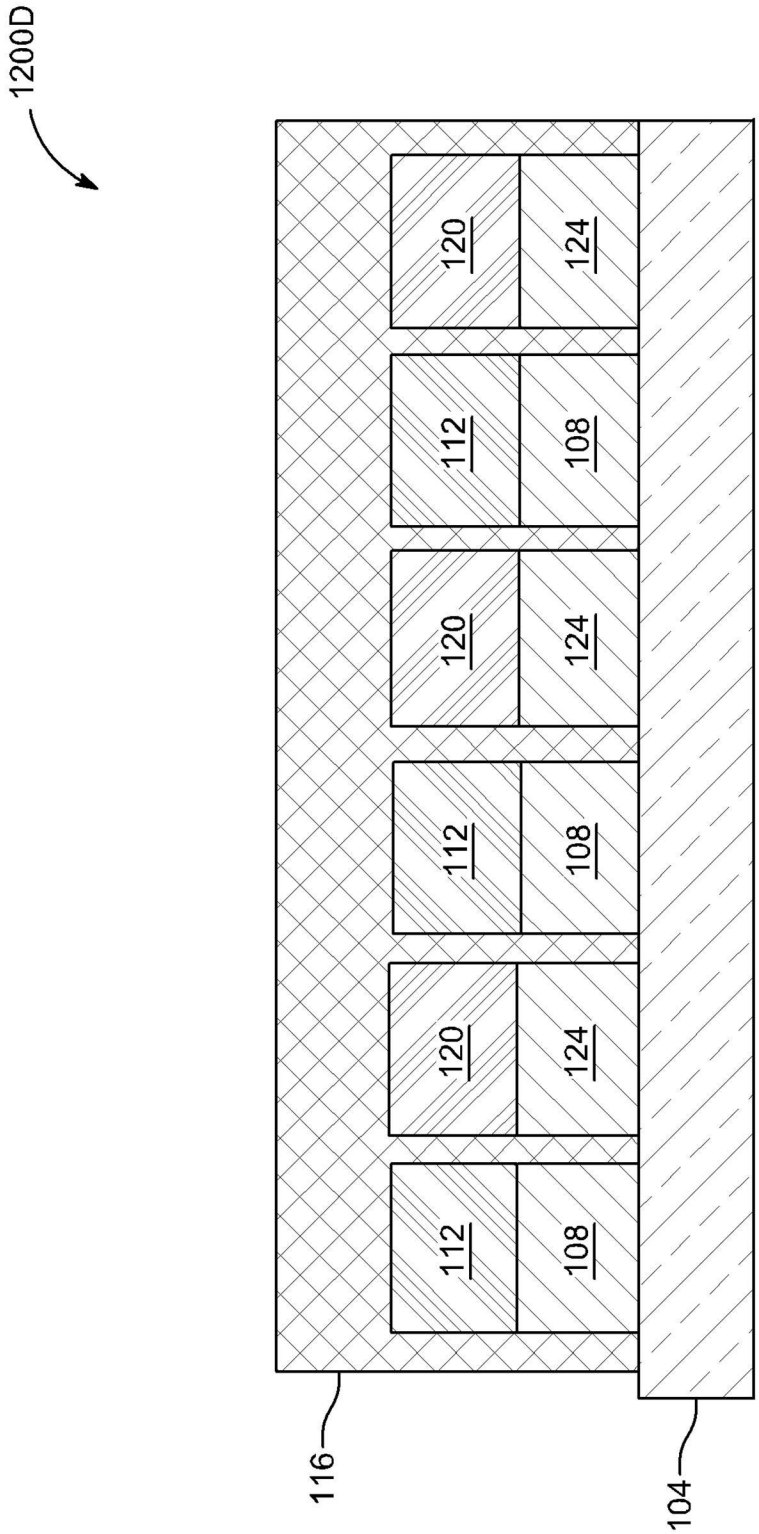
【圖12A】



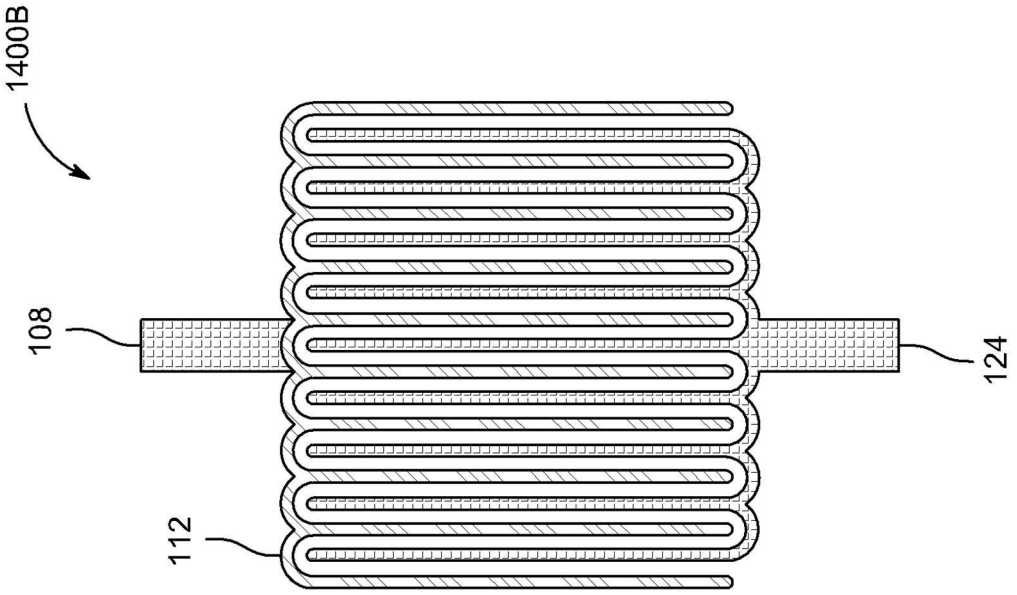
【圖12D】



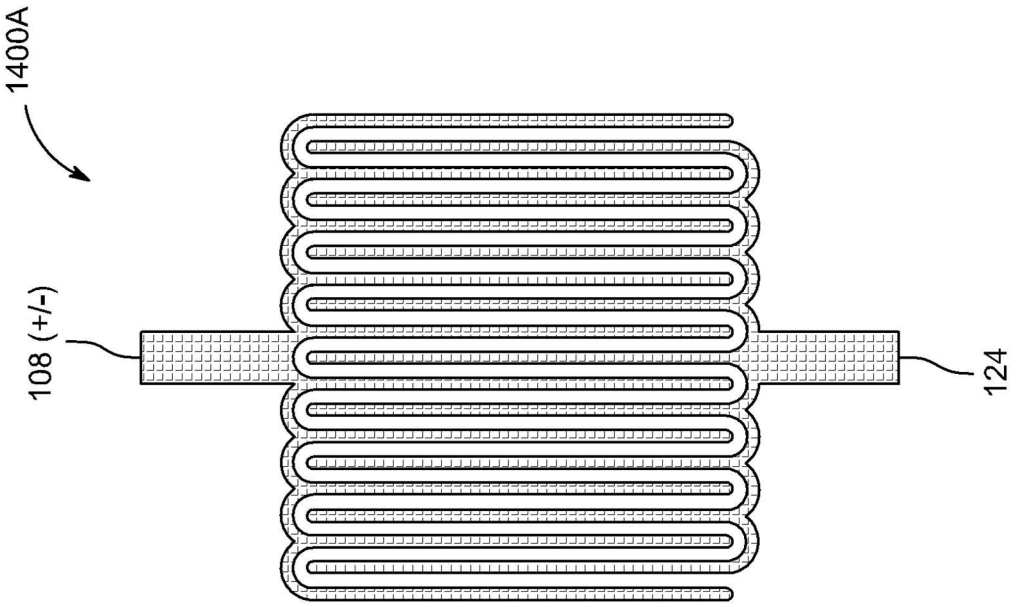
【圖12C】



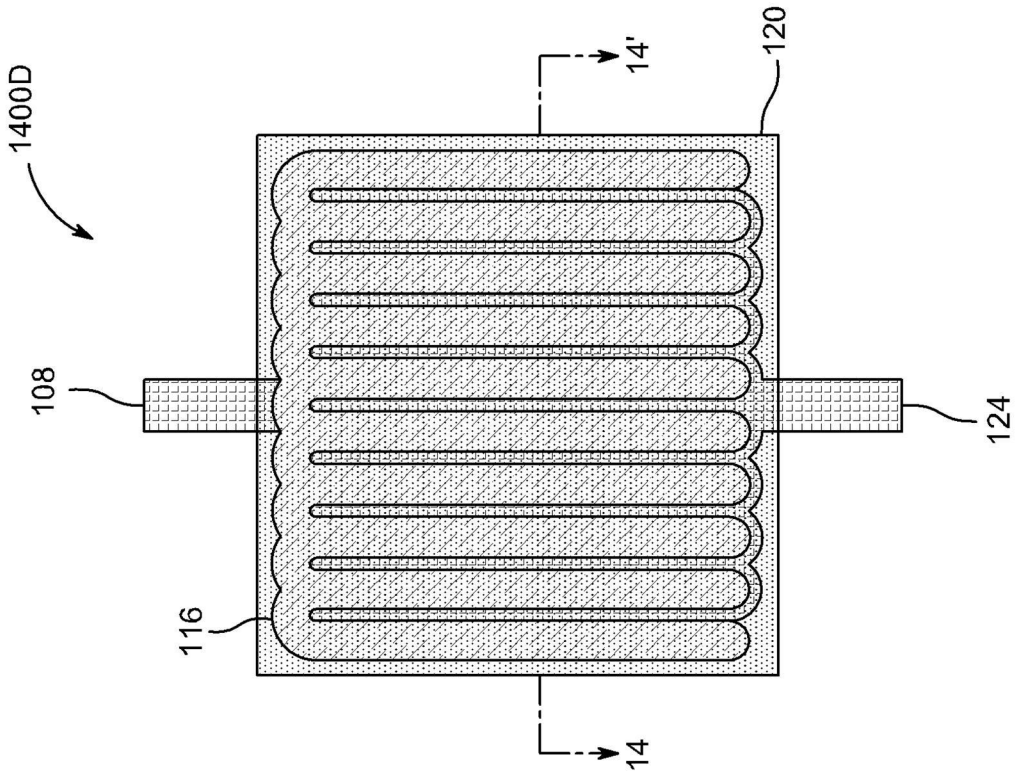
【圖13】



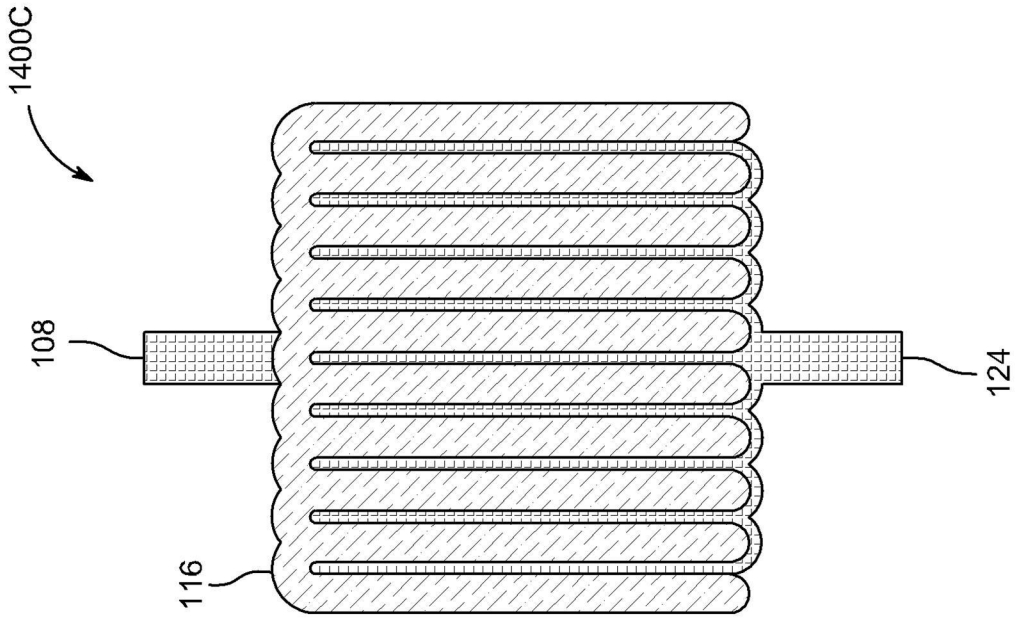
【圖14B】



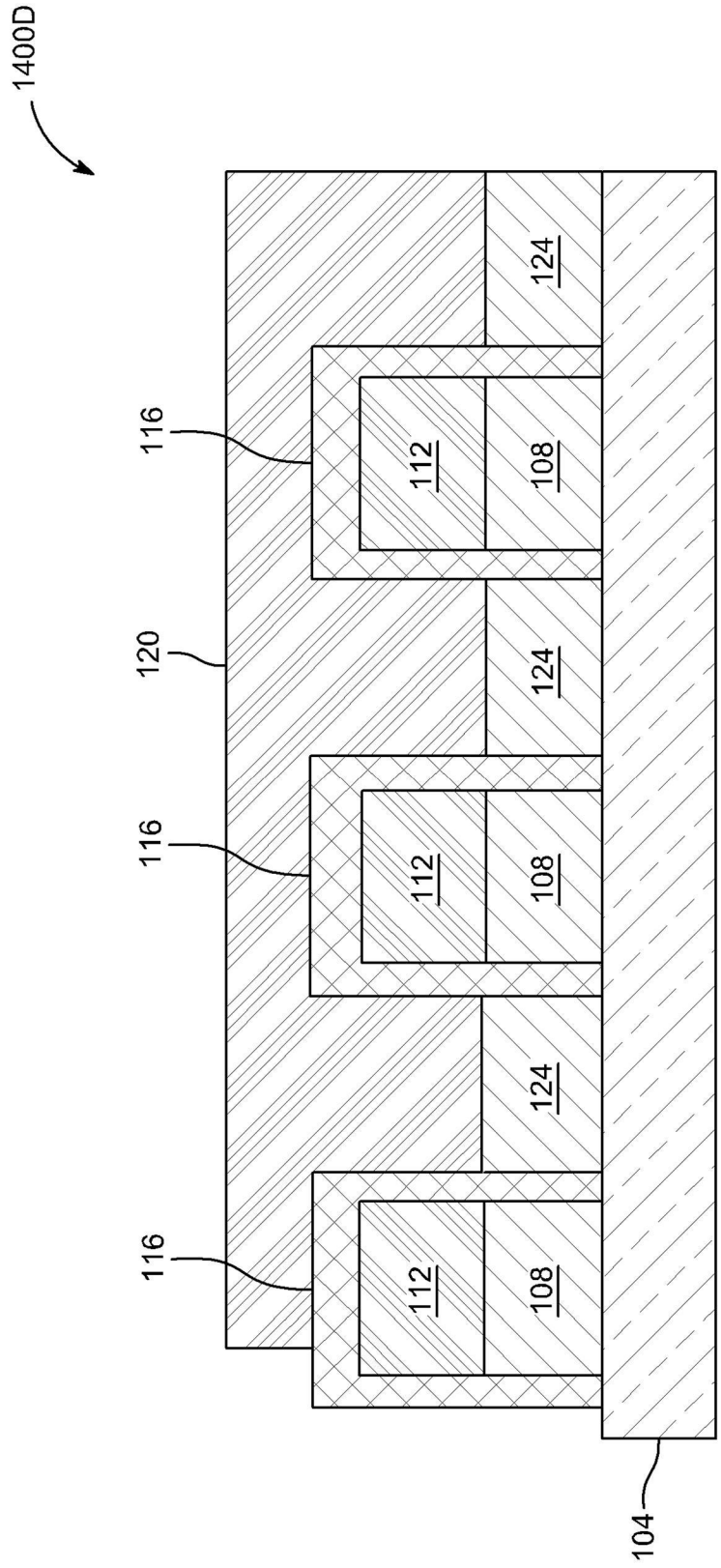
【圖14A】



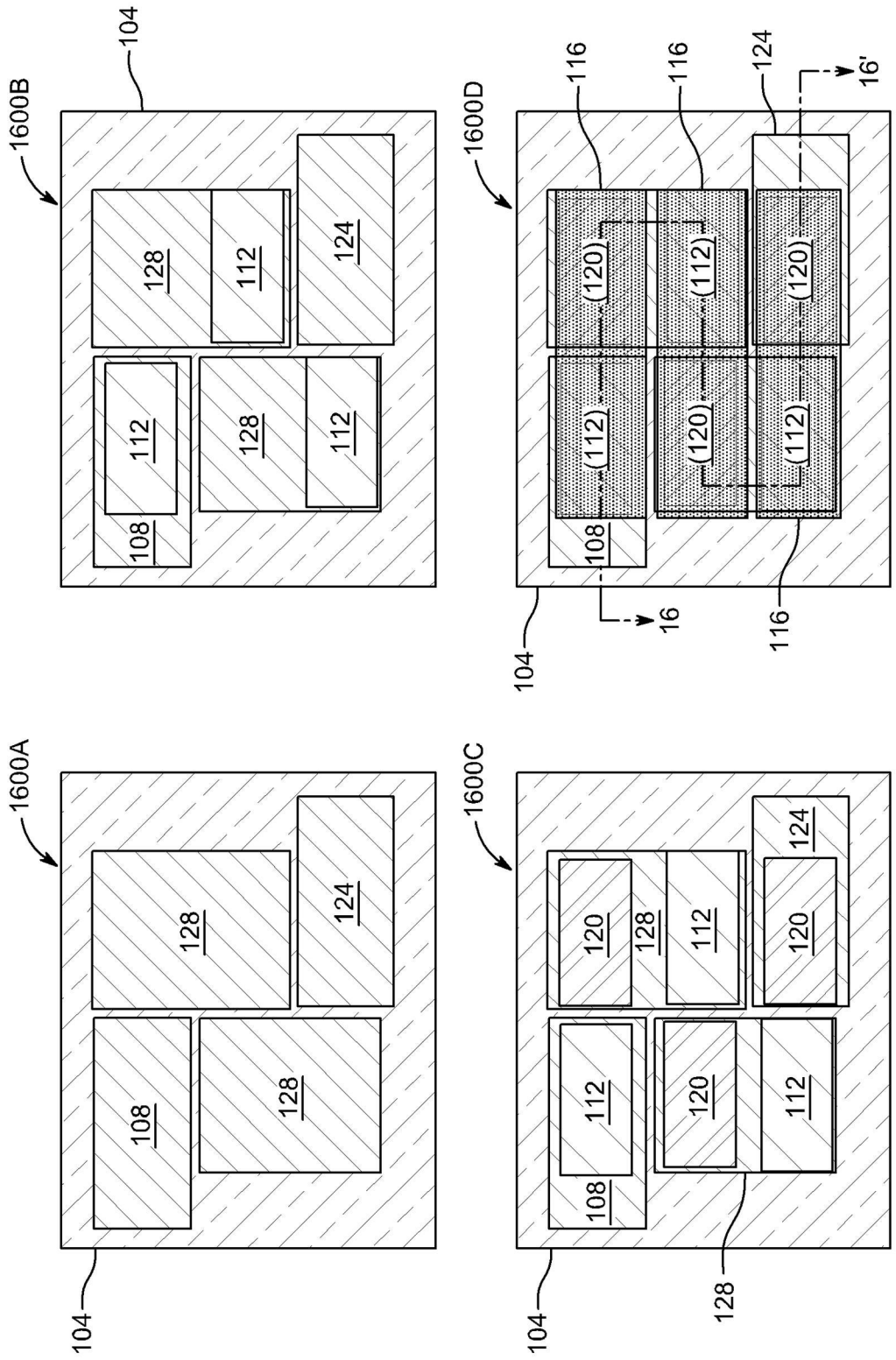
【圖14D】



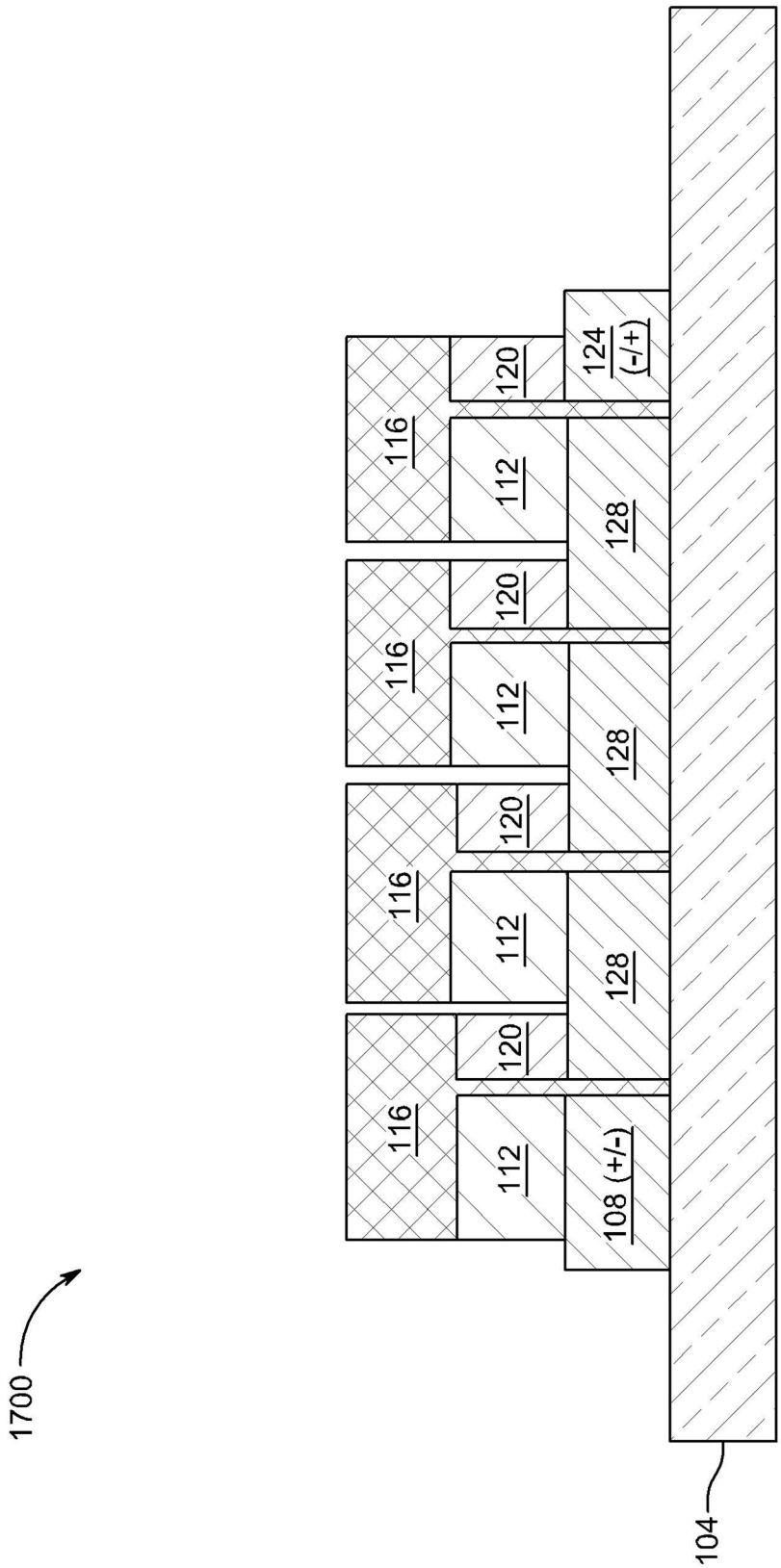
【圖14C】



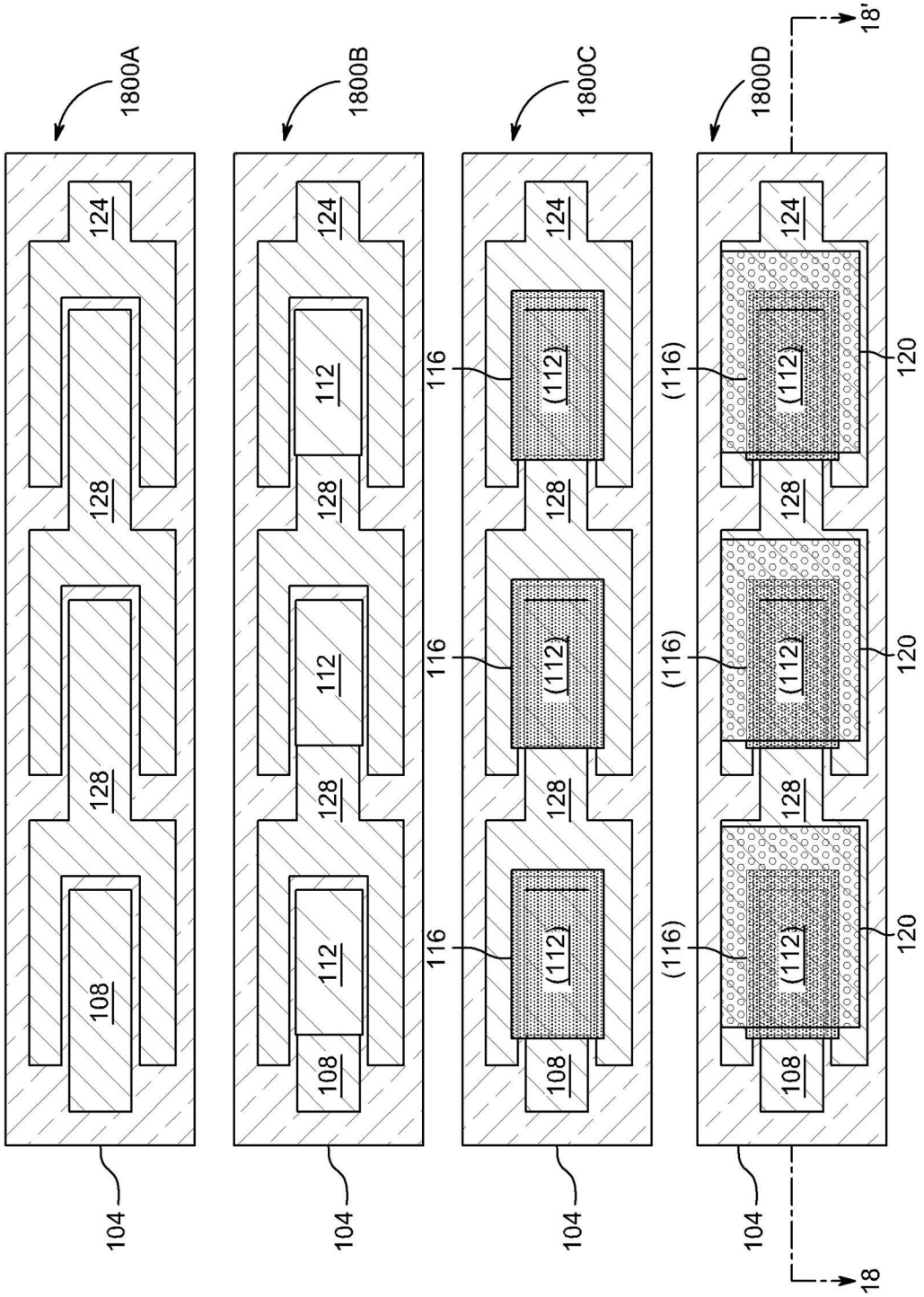
【圖15】


1600B
104
128
112
124
112
128
112
108
1600D
116
116
124
16'
(120)
(112)
(120)
(112)
(120)
(112)
108
16
104
116
1600A
128
124
108
128
104
1600C
120
128
112
124
120
112
120
112
108
104
128

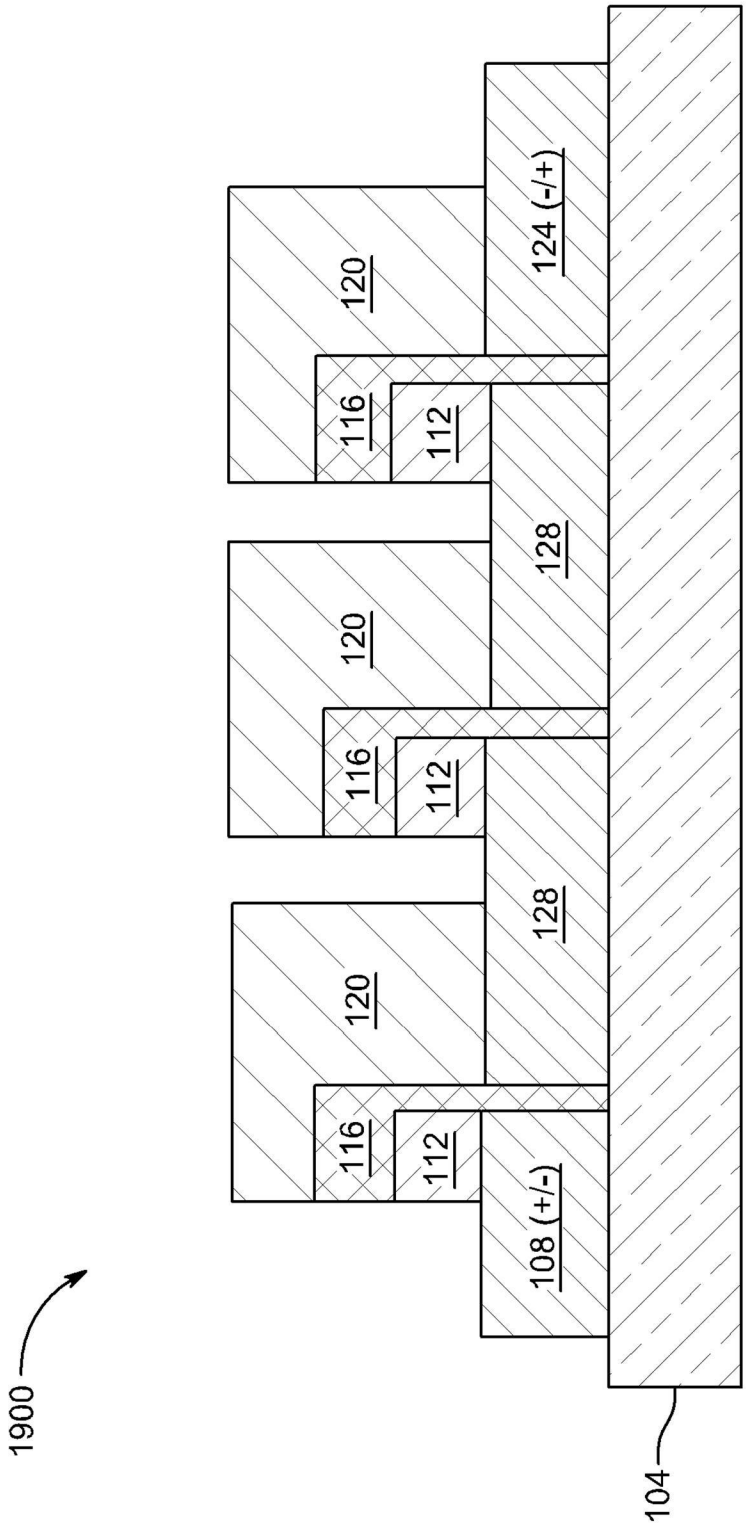
【圖16】



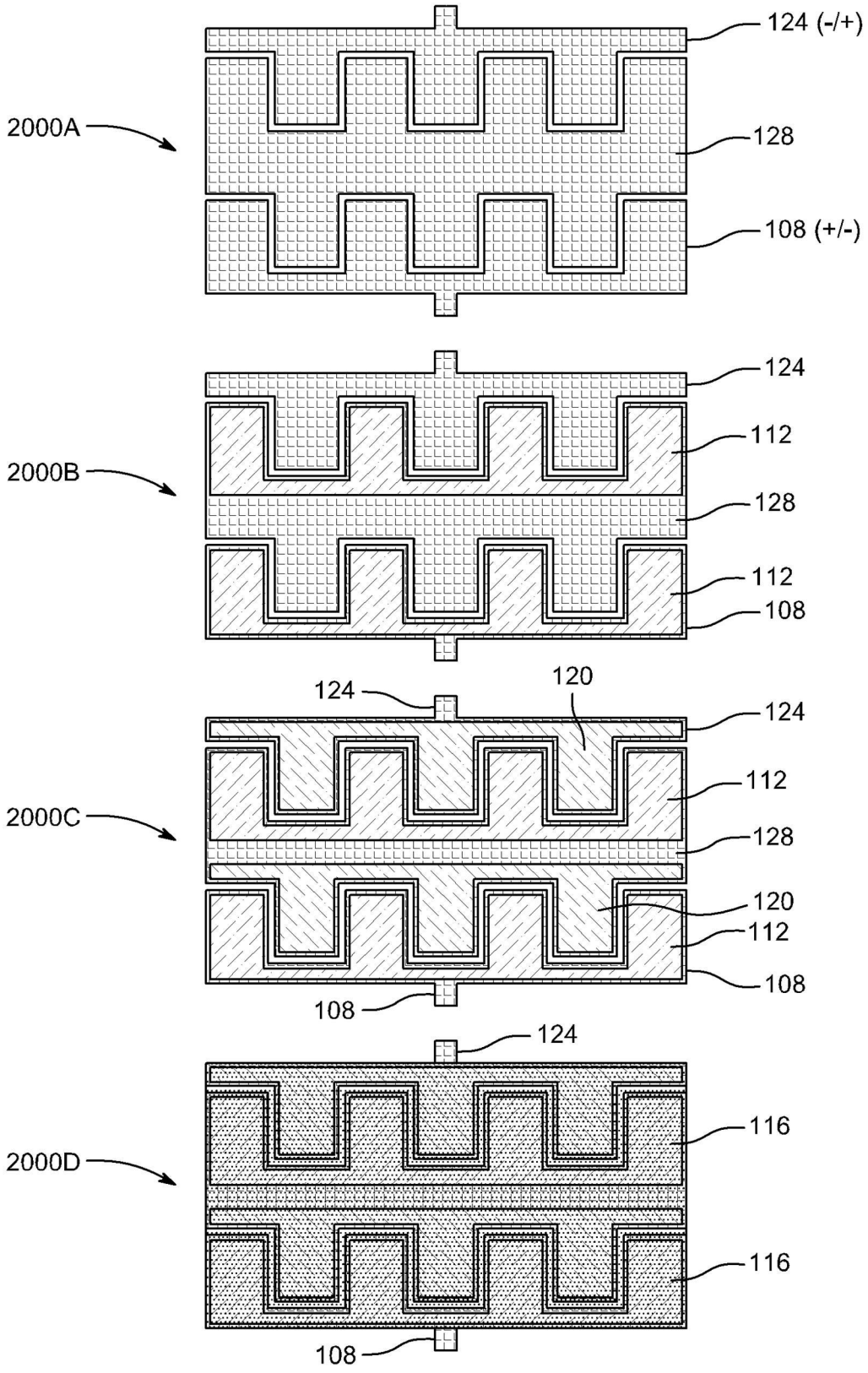
【圖17】


1800A
1800B
1800C
1800D
18'
18
104
108
112
116
120
124
128
(112)
(116)

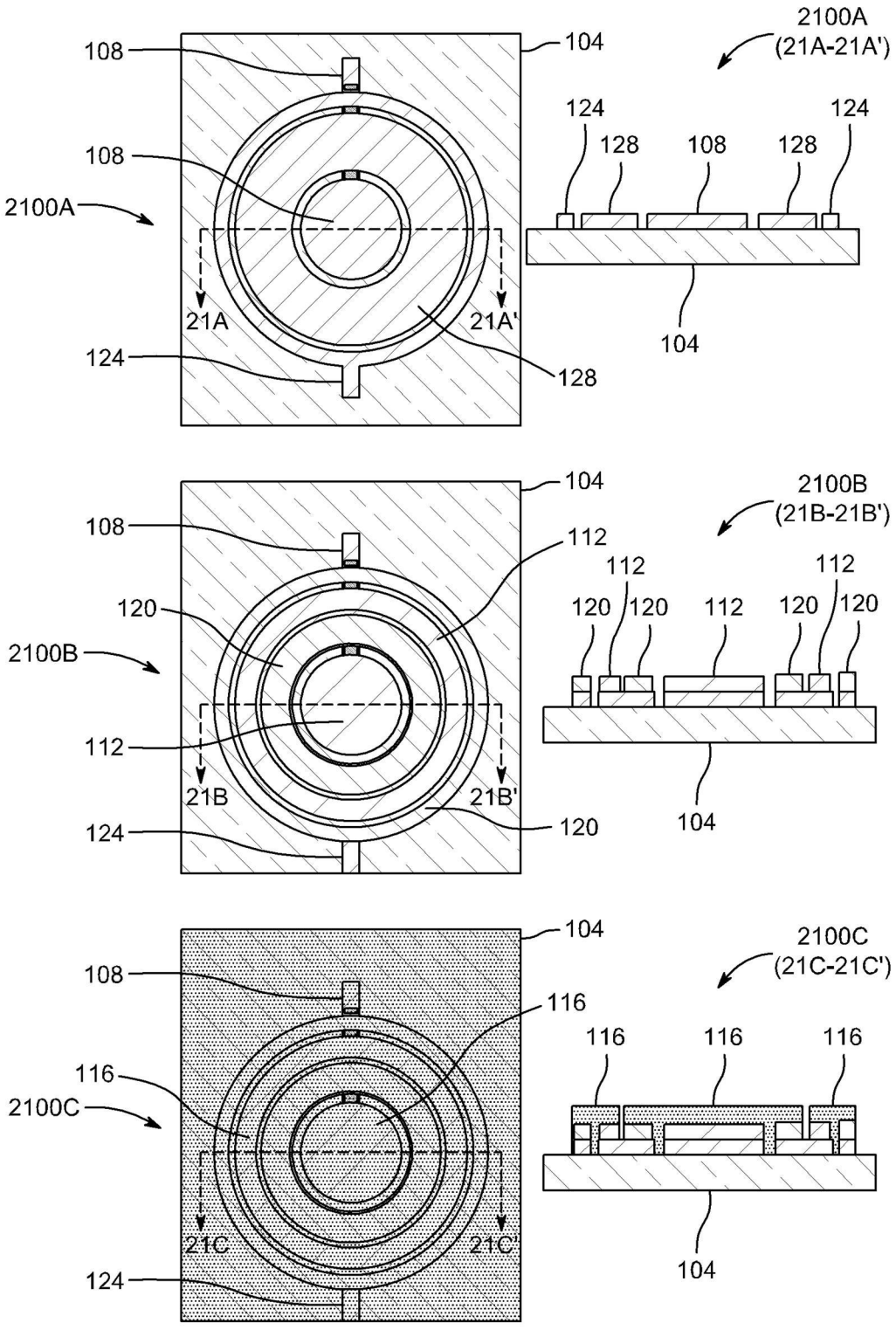
【圖18】



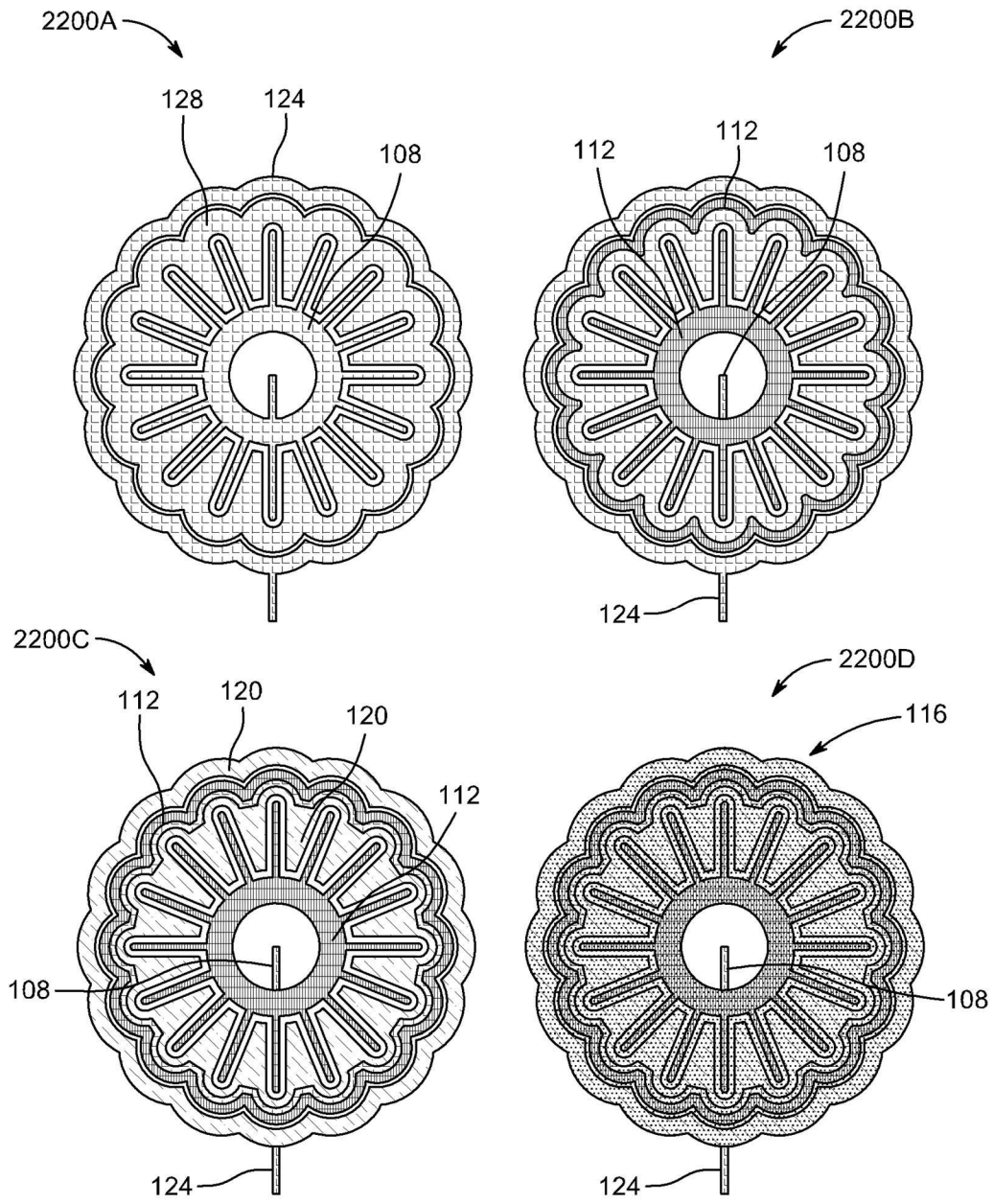
【圖19】


2000A
124 (-/+)
128
108 (+/-)
2000B
124
112
128
112
108
2000C
124
120
124
112
128
120
112
108
108
2000D
124
116
116
108

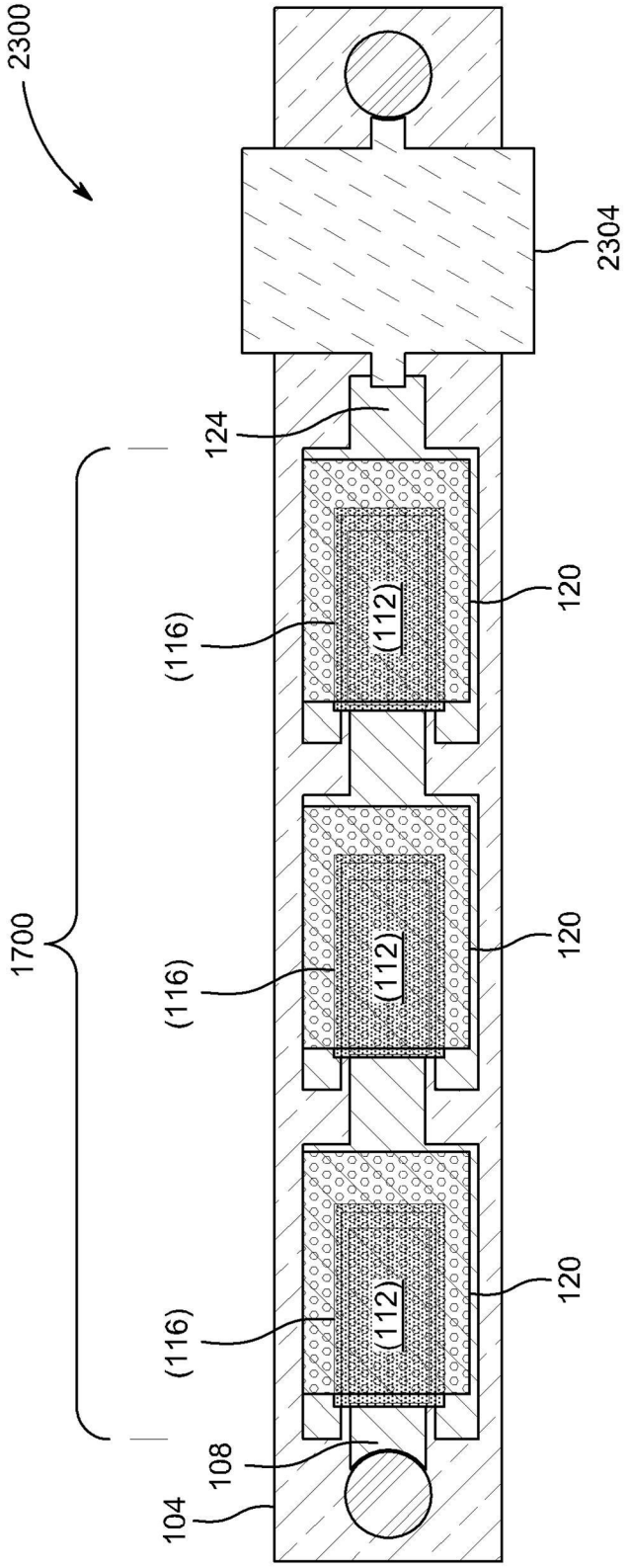
【圖20】


108
108
2100A
21A
21A'
124
104
128
2100A
(21A-21A')
124
128
108
128
124
104
108
120
2100B
112
21B
21B'
124
104
112
120
2100B
(21B-21B')
112
112
120
120
112
120
120
104
108
116
2100C
21C
21C'
124
104
116
2100C
(21C-21C')
116
116
116
104

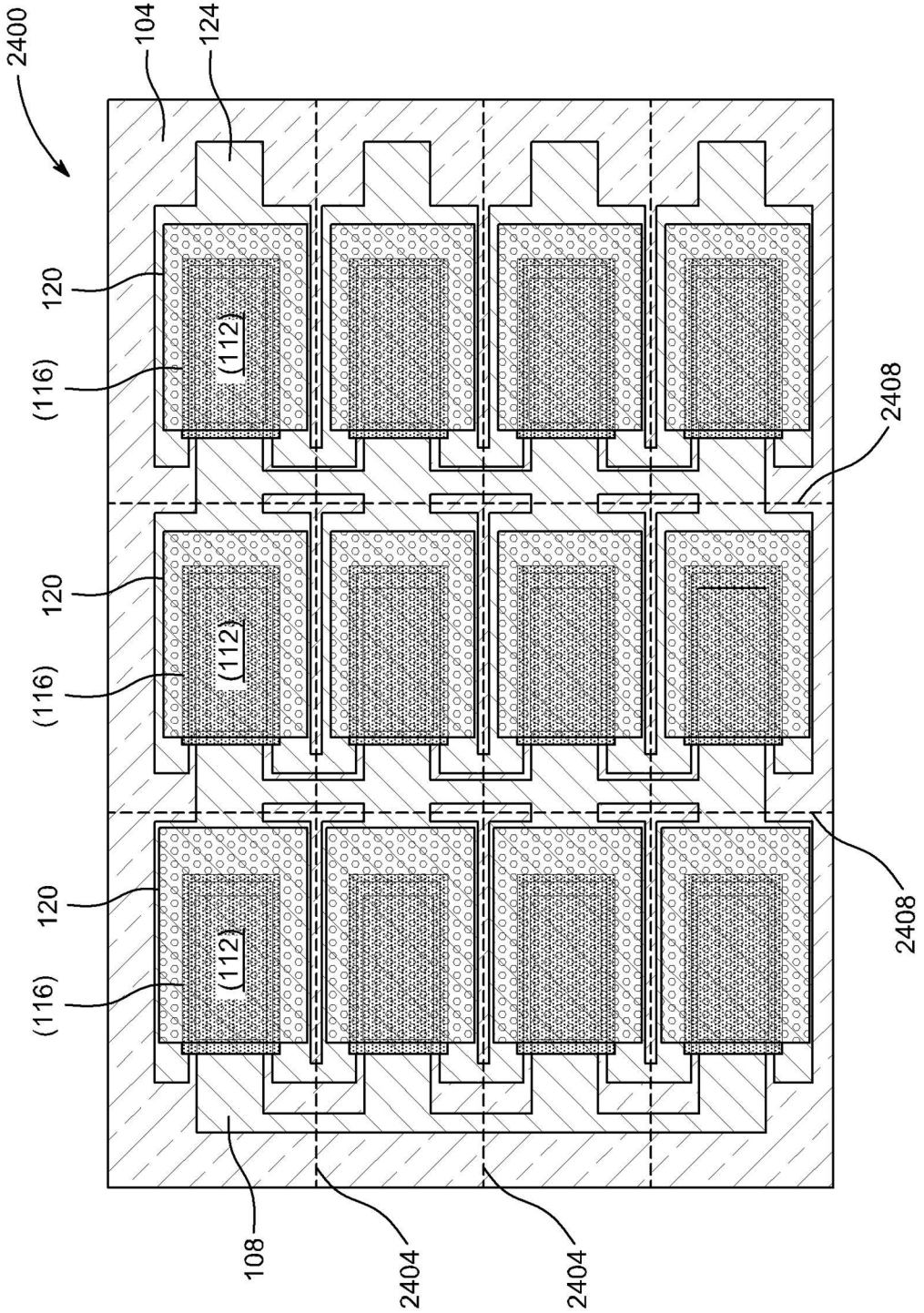
【圖21】


2200A
128
124
108
2200B
112
112
108
124
2200C
112
120
120
112
108
124
2200D
116
108
124

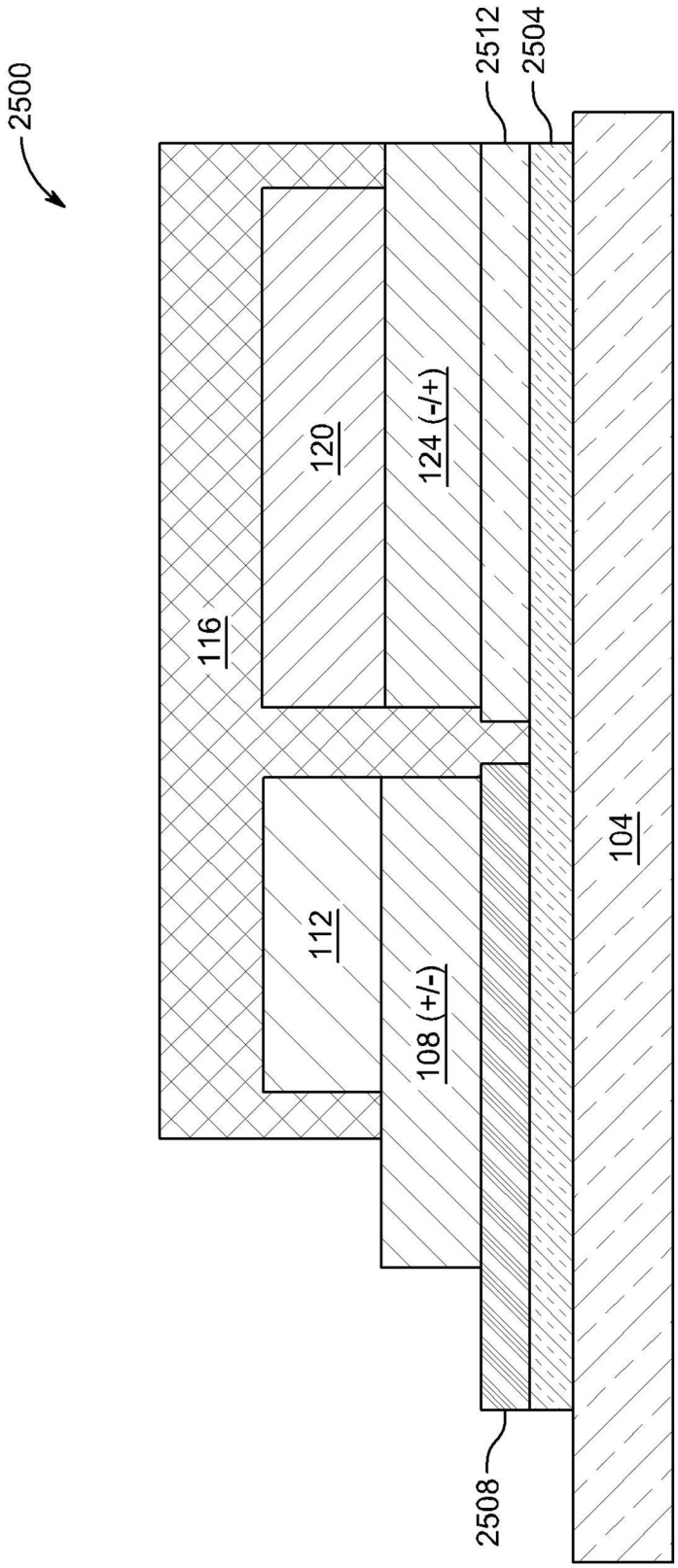
【圖22】



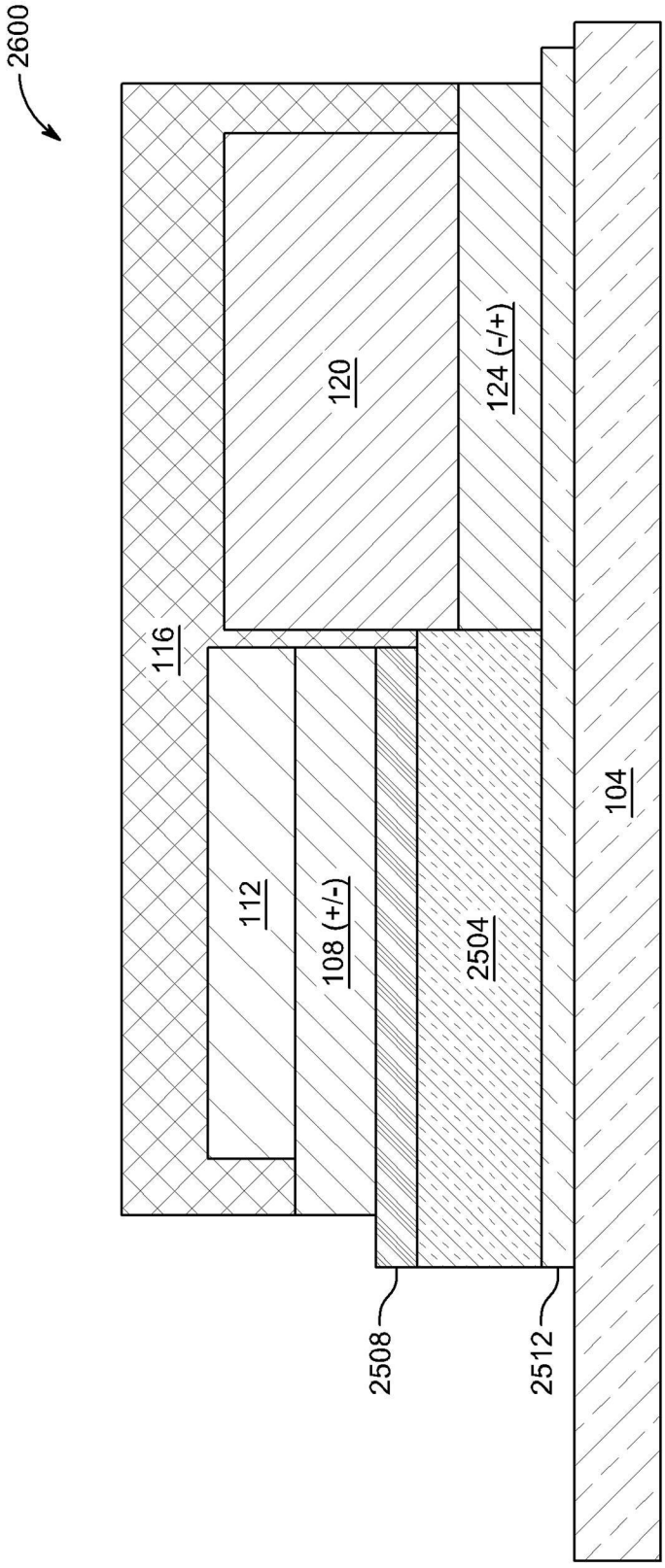
【圖23】


2400
104
124
120
(116)
(112)
2408
120
(116)
(112)
2408
120
(116)
(112)
108
2404
2404

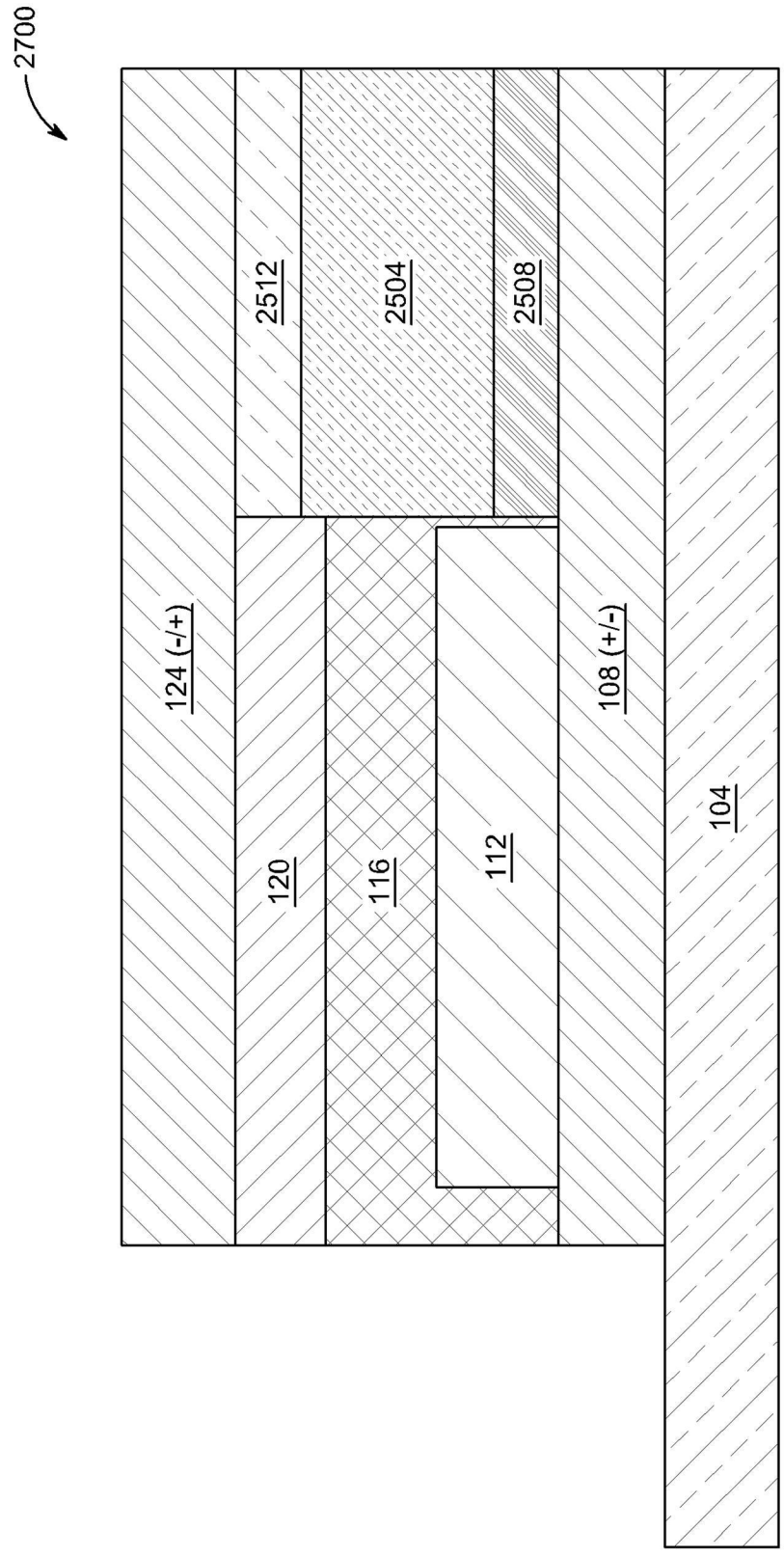
【圖24】



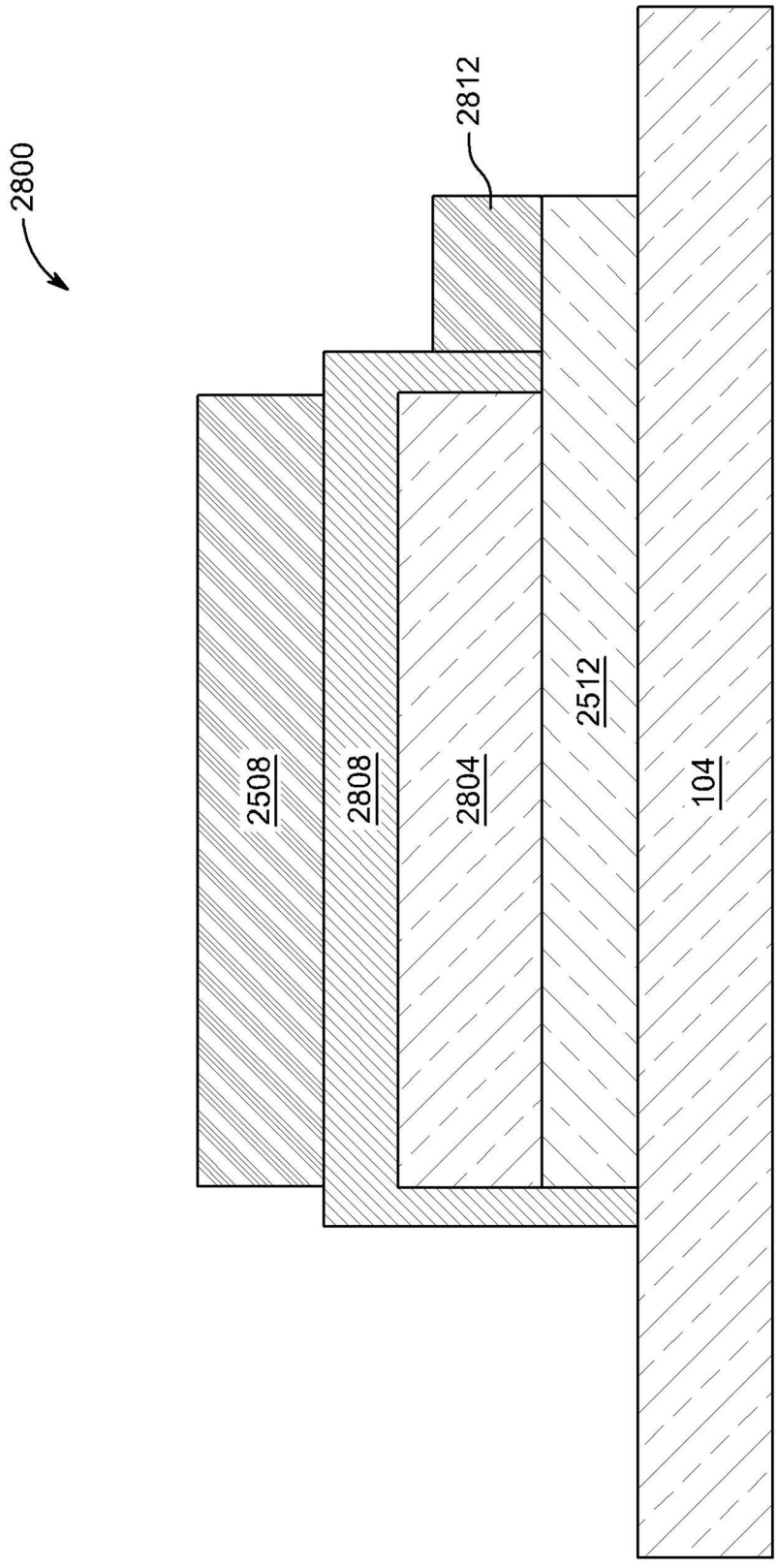
【圖25】



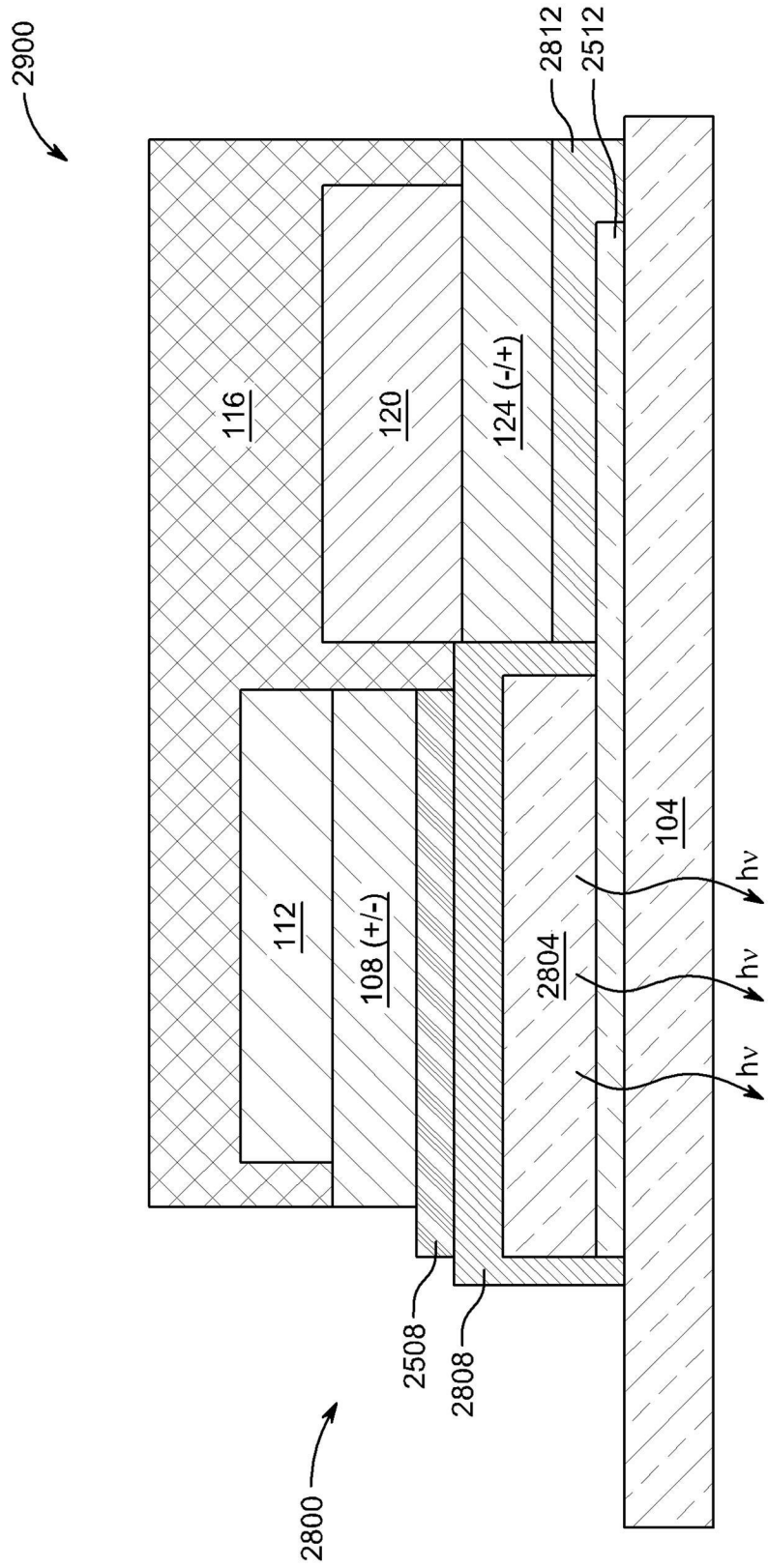
【圖26】



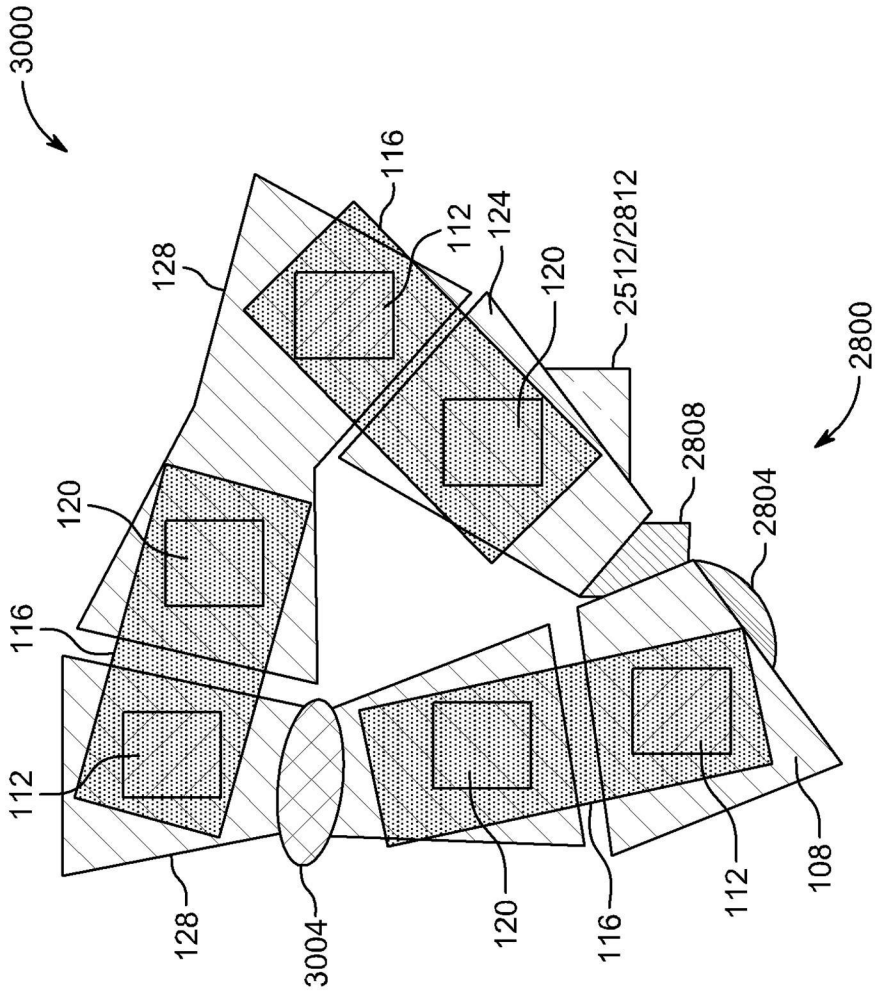
【圖27】



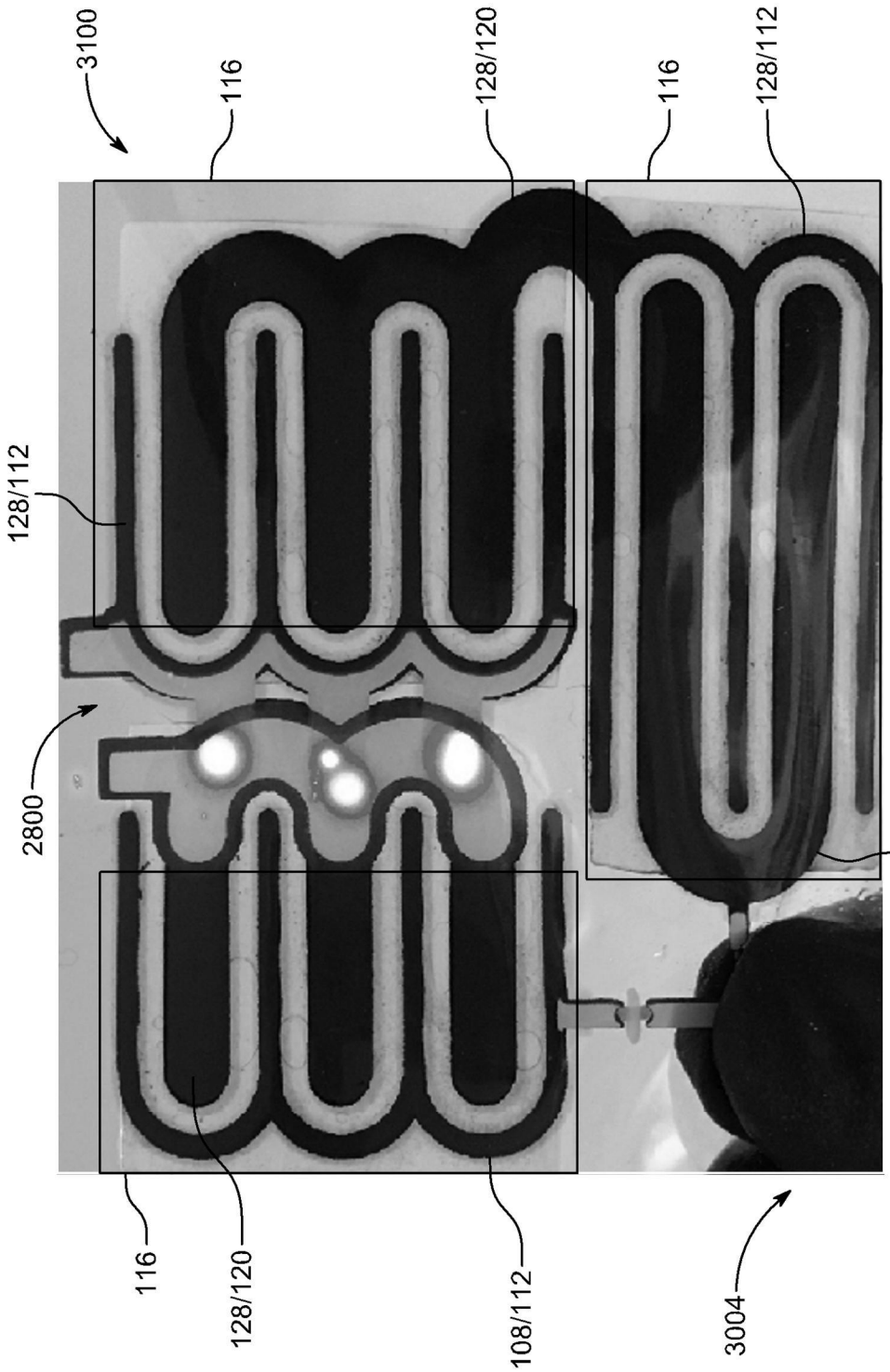
【圖28】


2900
2812
2512
116
120
124 (-/+)
112
108 (+/-)
104
hν
hν
hν
2804
2508
2808
2800

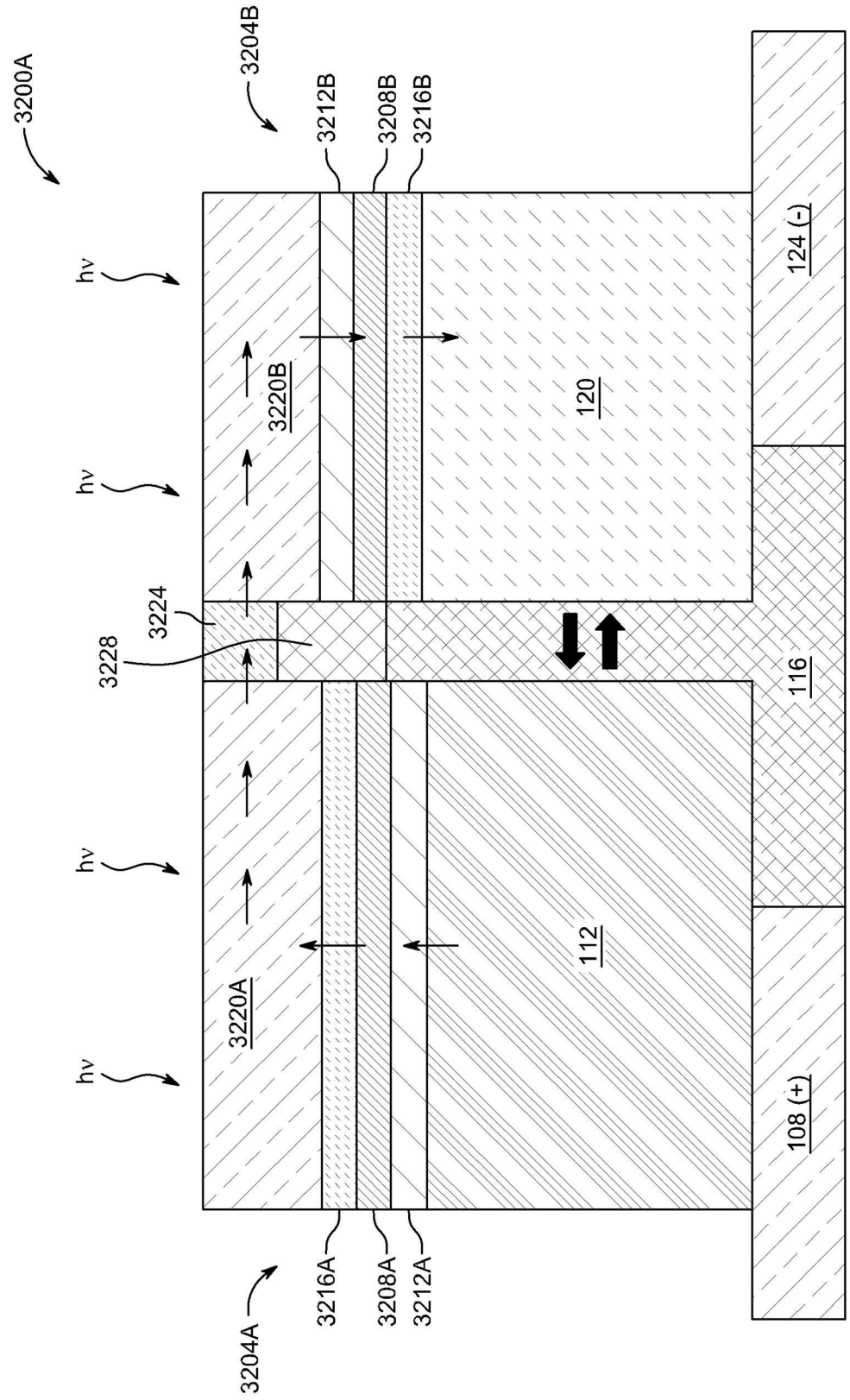
【圖29】


3000
116
112
124
120
2512/2812
128
2800
2808
2804
120
116
112
128
3004
120
116
112
108

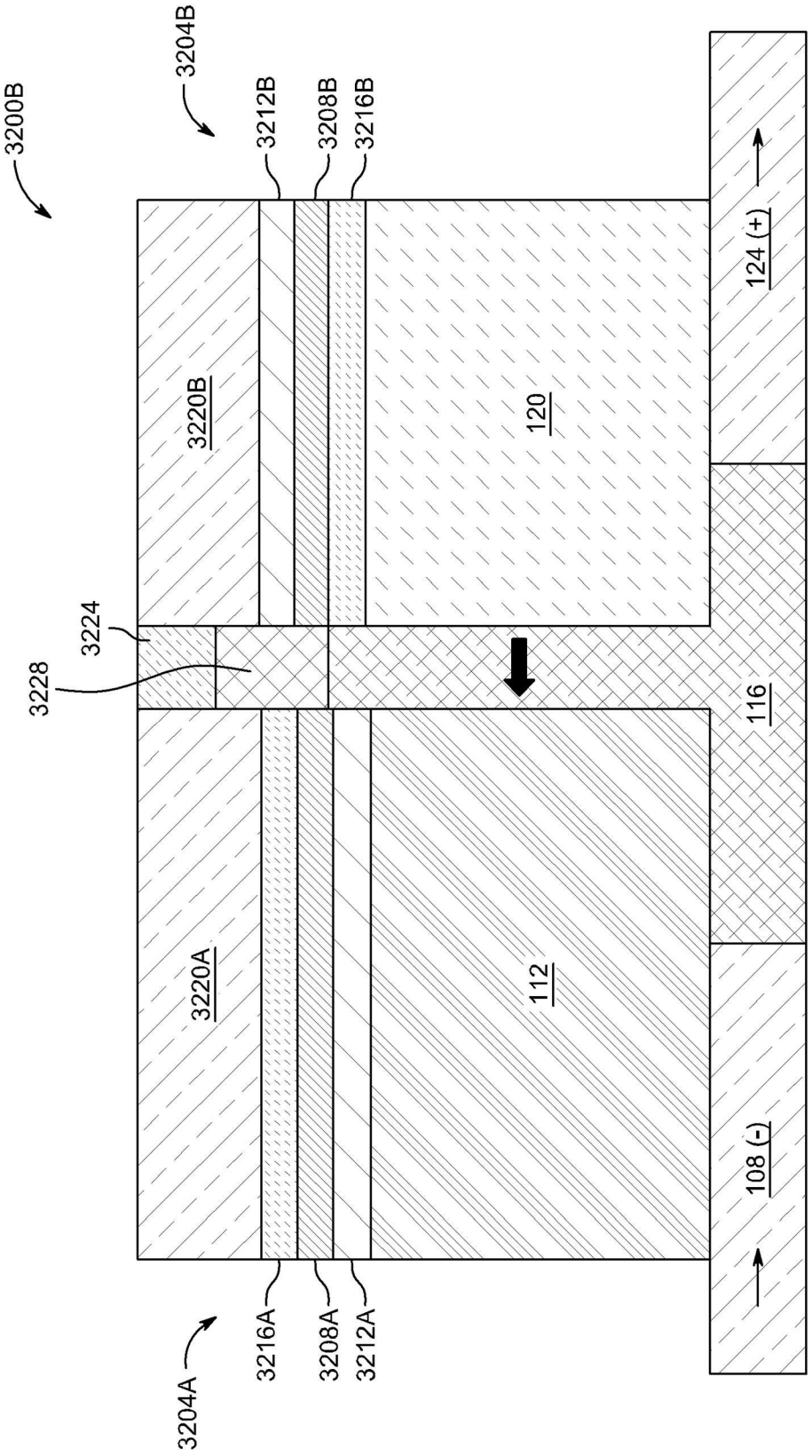
【圖30】


3100
116
128/120
116
128/112
128/112
2800
124/120
116
128/120
108/112
3004

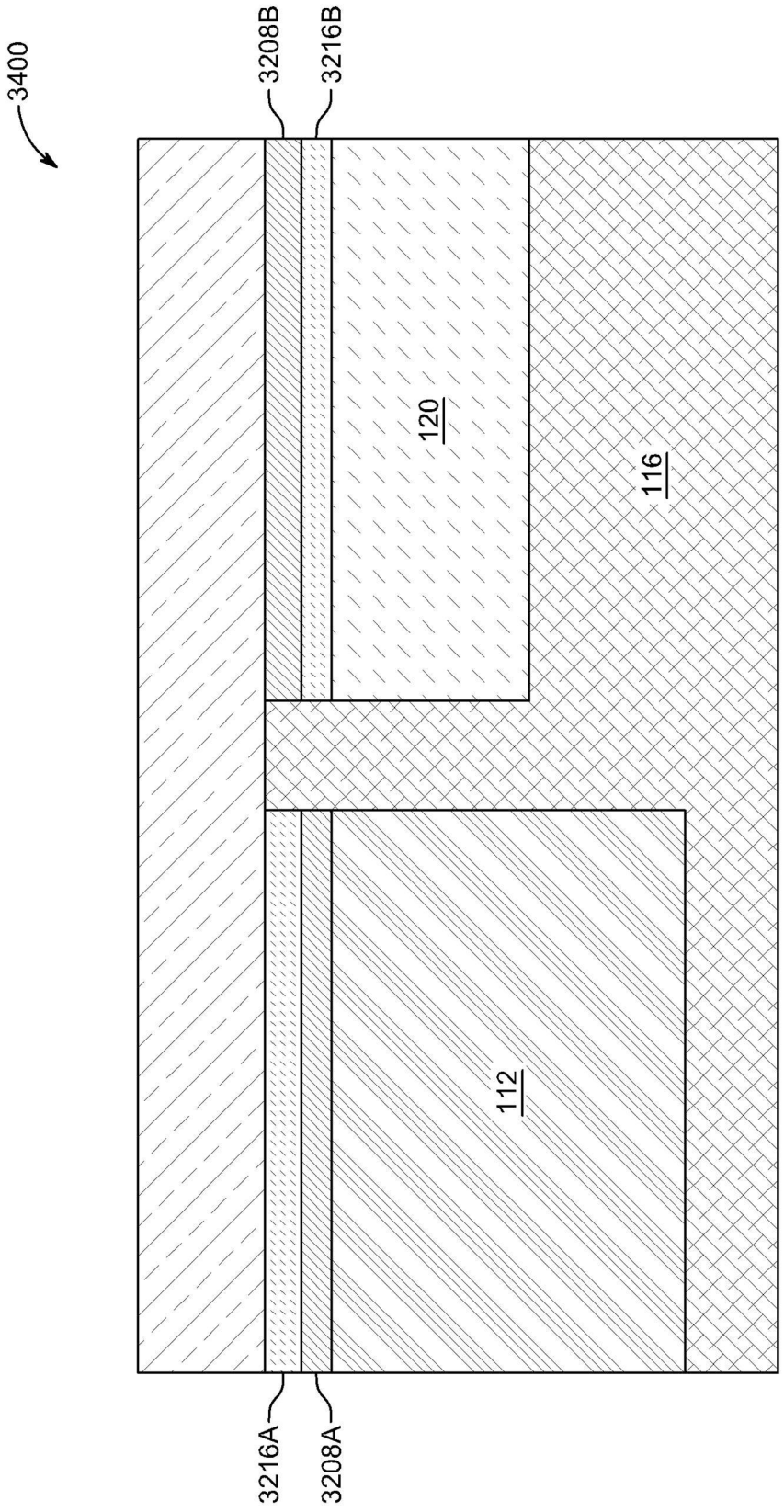
【圖31】


3200A
3204B
3212B
3208B
3216B
hν
hν
hν
hν
3220B
3224
3228
120
124 (-)
116
112
3220A
108 (+)
3216A
3208A
3212A
3204A

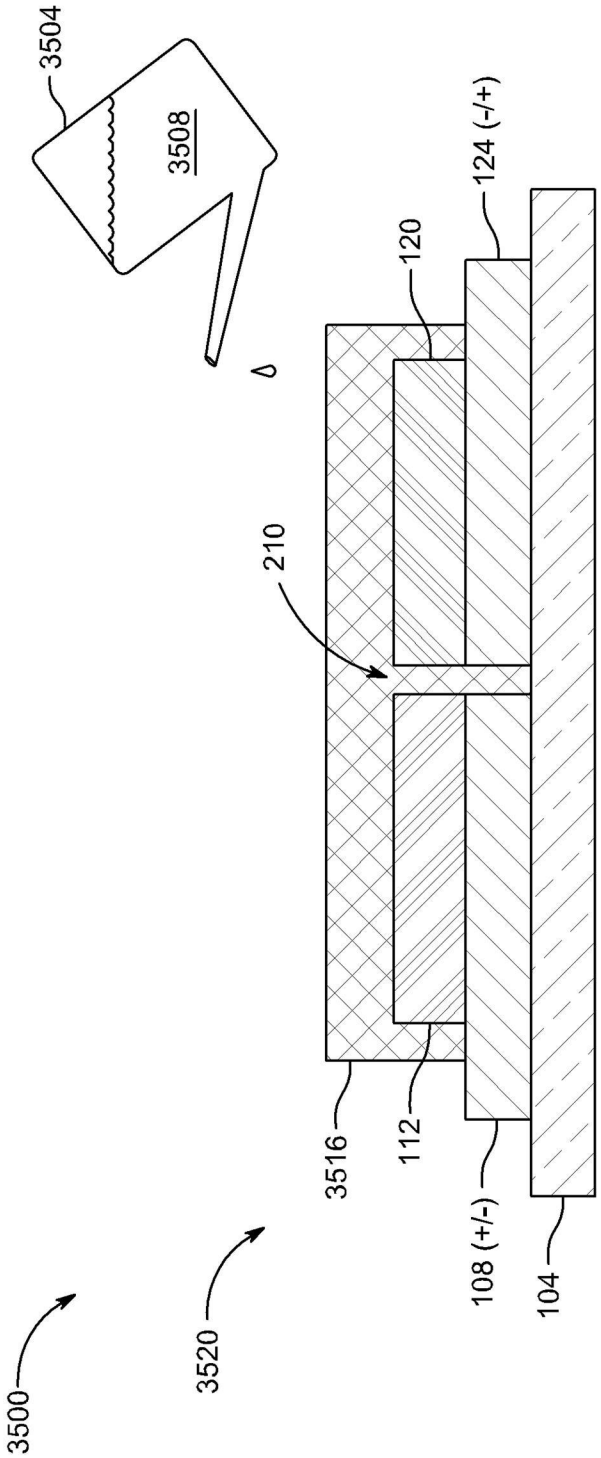
【圖32】


3200B
3204B
3212B
3208B
3216B
3220B
120
124 (+)
3224
3228
116
3220A
112
108 (-)
3216A
3208A
3212A
3204A

【圖33】



【圖34】



【圖35】