



(21)申請案號：112131753 (22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 08 月 23 日

(51)Int. Cl. : *H01M12/08 (2006.01)* *H01M50/16 (2021.01)*
H01M50/166 (2021.01)

(30)優先權：2022/08/23 美國 63/373,287

(71)申請人：美商福恩能源公司 (美國) FORM ENERGY, INC. (US)
美國

(72)發明人：里維拉 安琪 魯本 RIVERA, ANGEL RUBEN (US)；楊 嘉義 YANG, KALINA CHIA-SHI (US)；史普里格斯 凱西 SPRIGGS, KATHY (US)；羅德里奎茲 阿德里安娜 RODRIQUEZ, ADRIANNA (US)；帕克 瑪德琳 艾略特 PARKER, MADELINE ELLIOTT (US)；豪伊 萊恩 HOWE, RYAN (US)；麥克基本 尼可拉斯 MCKIBBEN, NICHOLAS (US)；弗里森 格蘭特 哈里森 FRIESEN, GRANT HARRISON (US)；米爾西堤恩 傑洛德 大衛 MILSHEIN, JARROD DAVID (US)；瓦薩瓦達 恰拉克 喬斯希普拉 VASAVADA, JHALAK JOSHIPURA (US)；摩根 羅伯特 威斯力 MORGAN, ROBERT WESLEY (US)；特瑞尼 艾瑞卡 TRAINI, ERICA SKYE (US)；伍德 克里斯多福 伊凡 WOOD, CHRISTOPHER EVAN (US)；派翠克 梅根 瑪雅 PATRICK, MEGHAN MARYA (US)；迪尼托 馬修 DINITTO, MATTHEW (US)

(74)代理人：陳長文；林嘉興；莊名宇

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：22 項 圖式數：36 共 130 頁

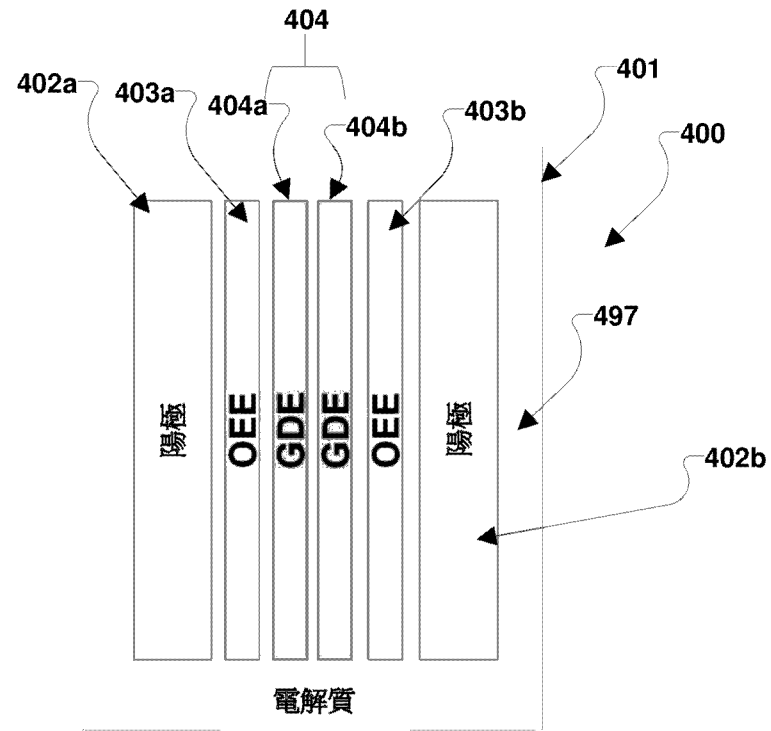
(54)名稱
用於金屬空氣電池之電極和胞元組件之構建

(57)摘要

根據一態樣，一種電化學胞元可包含一容器、一陽極總成之至少兩個例項、一析氧電極(OEE)之至少兩個例項及一氣體擴散電極(GDE)。在該容器中，該 GDE 可安置於該 OEE 之該至少兩個例項與該陽極總成之該至少兩個例項之鏡像配置之間。

According to an aspect, an electrochemical cell may include a vessel, at least two instances of an anode assembly, at least two instances of an oxygen evolution electrode (OEE), and a gas diffusion electrode (GDE). In the vessel, the GDE may be disposed between mirrored arrangements of the at least two instances of the OEE and the at least two instances of the anode assembly.

指定代表圖：



【圖4C】

符號簡單說明：

400:電化學胞元

401:容器

402a:第一陽極總成

402b:第二陽極總成

403a:第一析氧電極
(OEE)

403b:第二析氧電極
(OEE)

404:氣體擴散電極
(GDE)

404a:第一部分

404b:第二部分

497:電解質

【發明摘要】

【中文發明名稱】

用於金屬空氣電池之電極和胞元組件之構建

【英文發明名稱】

CONSTRUCTION OF ELECTRODE AND CELL COMPONENTS
FOR METAL-AIR BATTERIES

【中文】

根據一態樣，一種電化學胞元可包含一容器、一陽極總成之至少兩個例項、一析氧電極(OEE)之至少兩個例項及一氣體擴散電極(GDE)。在該容器中，該GDE可安置於該OEE之該至少兩個例項與該陽極總成之該至少兩個例項之鏡像配置之間。

【英文】

According to an aspect, an electrochemical cell may include a vessel, at least two instances of an anode assembly, at least two instances of an oxygen evolution electrode (OEE), and a gas diffusion electrode (GDE). In the vessel, the GDE may be disposed between mirrored arrangements of the at least two instances of the OEE and the at least two instances of the anode assembly.

【指定代表圖】

圖4C

【代表圖之符號簡單說明】

400: 電化學胞元

401: 容器

402a: 第一陽極總成

402b: 第二陽極總成

403a: 第一析氧電極(OEE)

403b: 第二析氧電極(OEE)

404: 氣體擴散電極(GDE)

404a: 第一部分

404b: 第二部分

497: 電解質

【發明說明書】

【中文發明名稱】

用於金屬空氣電池之電極和胞元組件之構建

【英文發明名稱】

CONSTRUCTION OF ELECTRODE AND CELL COMPONENTS
FOR METAL-AIR BATTERIES

【技術領域】

【先前技術】

【0001】 能量儲存技術在電力網中發揮愈來愈重要的作用。此等能量儲存資產提供平穩化以更佳匹配一電網上之發電及需求。藉由能量儲存裝置執行之服務跨自毫秒至年之多個時間尺度對電力網有益。現今，存在可支援自毫秒至小時之時間尺度之能量儲存技術，但能量儲存系統中需要增加之可用性、可靠性及/或承受力與降低之成本。

【發明內容】

【0002】 根據一項態樣，一種電化學胞元可包含一容器、一陽極總成之至少兩個例項、一析氧電極(OEE)之至少兩個例項及一氣體擴散電極(GDE)，其中，在該容器中，該GDE安置於該OEE之該至少兩個例項與該陽極總成之該至少兩個例項之鏡像配置之間。

【0003】 在一些實施方案中，自該容器之一側至該容器之另一側，該等鏡像配置可包含該陽極總成之一第一例項、該OEE之一第一例項、該GDE、該OEE之一第二例項及該陽極總成之一第二例項。

【0004】 在某些實施方案中，自該容器之一側至該容器之另一側，該等鏡像配置可包含該OEE之一第一例項、該陽極總成之一第一例項、該

GDE、該陽極總成之一第二例項及該OEE之一第二例項。

【0005】 在一些實施方案中，該電化學胞元可進一步包含安置於該容器中之電解質，其中該陽極總成之該至少兩個例項、該OEE之該至少兩個例項及該氣體擴散電極各至少部分浸入於該容器中之該電解質中。

【0006】 在某些實施方案中，該容器可包含含有一嵌套槽之一蓋子、波紋管、一凸緣密封件、一熱焊接接頭及/或一雷射焊接接頭。

【0007】 在一些實施方案中，該GDE可界定該GDE之兩個面之間的一空氣通路。

【0008】 在某些實施方案中，該GDE可為在三個邊緣上密封之一雙面電極，且該雙面電極包含兩個電極片及其等之間的一流場。例如，該流場可包含不同孔隙率發泡體之一堆疊、過濾氈條、蛇形通道、摺疊通道或其等之一組合。此外或代替性地，該流場可機械地及電氣地分離該雙面電極之兩個面。又進一步或代替性地，該電化學胞元可包含一分離器材料袋、一或多個支座及/或支撐該容器中之該陽極總成之該至少兩個例項、該GDE及該OEE之該至少兩個例項之一電極固持件。

【0009】 在一些實施方案中，該容器可包含提供分佈式電極切換之一電子器件結構。

【0010】 在某些實施方案中，該容器可包含與該容器之一頂部空間相關聯之一胞元除霧結構及/或一阻燃器結構。

【0011】 在一些實施方案中，該陽極總成之該至少兩個例項可包含金屬衝壓片。

【0012】 在某些實施方案中，該陽極總成之該至少兩個例項、該OEE之該至少兩個例項及該GDE各可被限制而不在該容器中相對於彼此

移動。

【0013】 在一些實施方案中，該容器之外壁可由該陽極總成之該至少兩個例項形成。

【0014】 在某些實施方案中，該容器可包含在該容器之外壁上之複數個肋，該複數個肋彼此間隔開以在連續肋之間界定複數個通道。例如，該複數個通道可具有在自該容器之一底部部分處之一較小高度至該容器之一頂部部分處之一較大高度之範圍內之不同高度。此外或代替性地，該容器可由吹塑模製之高密度聚乙烯(HDPE)、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(ABS)、聚丙烯(PP)或聚對苯二甲酸乙二醇酯(PET)形成。

【0015】 在一些實施方案中，該容器可為由一模組實體地支撐之一袋，該電化學胞元可插入至該袋中。

【0016】 在一些實施方案中，該電化學胞元可進一步包含一分離器，其中該分離器係安置於該OEE之一個例項與該GDE之間及/或該OEE之一個例項與該陽極總成之一個例項之間的一片。作為一實例，該片可經支撐於該OEE之一個例項上。

【0017】 在某些實施方案中，該電化學胞元可為一鐵空氣型電池胞元、鋅空氣型電池胞元及/或鋰空氣電池胞元。

【圖式簡單說明】

【0018】 圖1係根據各項實施例之一發電系統之一系統方塊圖。

【0019】 圖2係根據各項實施例之一發電系統之一系統方塊圖。

【0020】 圖3係一電化學胞元之組件之一示意性表示。

【0021】 圖4A係一電化學胞元之一外部分之一透視圖。

【0022】 圖4B係圖4A之電化學胞元之內部部分之一分解圖。

【0023】圖4C係圖4A中展示之電化學胞元之電極之配置之一示意性表示。

【0024】圖4D係一電化學胞元之電極之一配置之一示意性表示，電極之該配置包含在一氣體擴散電極之任一側上之一各自析氧電極(OEE)之間的一各自陽極總成。

【0025】圖5A係包含電化學胞元之複數個例項之一模組之一示意性表示，其中該示意性表示自沿該等電化學胞元之該複數個例項之高度(z維度)向下看之一俯視圖展示，且該複數個電化學胞元自該模組之前至後配置成多列，且其中複數個電極之各者之深度尺寸與模組之側至側尺寸平行，使得該複數個電化學胞元在該模組內形成一正方形覆蓋區。

【0026】圖5B係包含電化學胞元之複數個例項之一模組之一示意性表示，其中該示意性表示自沿該等電化學胞元之該複數個例項之高度(z維度)向下看之一俯視圖展示，且複數個電化學胞元自該模組之側至側配置成多列，且其中該複數個電極之各者之深度尺寸垂直於該模組之側至側尺寸，使得複數個電化學胞元在該模組內形成一矩形覆蓋區。

【0027】圖5C係包含電化學胞元之複數個例項之一模組之一示意性表示，其中該示意性表示自沿該等電化學胞元之該複數個例項之高度(z維度)向下看之一俯視圖展示，複數個電化學胞元配置成一單列，且其中該複數個電化學胞元之深度尺寸垂直於該模組之側至側尺寸，使得該複數個電化學胞元在該模組內形成一矩形覆蓋區。

【0028】圖5D係包含電化學胞元之複數個例項之一模組之一示意性表示，其中該示意性表示自沿該等電化學胞元之該複數個例項之高度(z維度)向下看之一俯視圖展示，該複數個電化學胞元自側至側配置成多列，

其中複數個電極之各者之深度尺寸垂直於該模組之側至側尺寸，使得該複數個電化學胞元形成該模組之一正方形覆蓋區。

【0029】圖6A係圖5之模組之一或多個例項之一圍封殼之一透視圖。

【0030】圖6B係被展示為門被移除之圖6A之圍封殼之一透視圖。

【0031】圖6C係圖6A之圍封殼之一下部結構之一透視圖。

【0032】圖7A係被展示為具有在圍封殼內且與一模組之複數個例項共同定位之一輔助區域之一圍封殼之一自上而下視圖的示意性表示。

【0033】圖7B係包含圍封殼之一系統之一自上而下視圖之一示意性表示，各圍封殼支撐模組之複數個例項，且各圍封殼由一共用輔助區域支撐。

【0034】圖7C係包含圍封殼之一系統之一自上而下視圖之一示意性表示，各圍封殼在其中具有一輔助區域，且各圍封殼連接至一共用輔助區域。

【0035】圖8A至圖8E係在一圍封殼內之模組之複數個例項之實例性佈局的示意性表示。

【0036】圖9A至圖9F係在一圍封殼內之一模組之複數個例項之實例性佈局的示意性表示。

【0037】圖10A至圖10E係在一圍封殼內之一模組之複數個例項之實例性佈局的示意性表示。

【0038】圖11A係圖4A之電化學胞元之一蓋子之一經密封貫穿部之一俯視圖的一示意性表示。

【0039】圖11B係圖11A中展示之蓋子中之經密封貫穿部之一橫截

面的一示意性表示，其中該橫截面沿著圖A中之線11B-11B截取。

【0040】 圖11C係圖4A之電化學胞元之蓋子之波紋管密封之一示意性表示。

【0041】 圖12A係圖4A之電化學胞元之一空氣電極之一部分之一前視圖。

【0042】 圖12B係沿著圖12A中之細節12B之區域之空氣電極之一部分之一特寫透視圖。

【0043】 圖13A至圖13B係用於在一電極之密封層壓期間將一空氣流場壓製於適當位置之例示性程序之示意性表示。

【0044】 圖14係用於將一流場插入至一預成型之雙面密封電極中以形成一電極之一例示性方法之一示意性表示。

【0045】 圖15A係使用多孔介質用於一電化學胞元之一電極之一低壓、高均勻性流場之一示意性表示。

【0046】 圖15B展示沿著一電極之一長、窄的主動區域之一流場之模擬結果，其中該流場使用具有一錐形幾何形狀之兩個對稱相對之過濾氈條形成以平衡跨該電極之入口至出口之壓降。

【0047】 圖15C係沿著一電極之一長、窄的主動區域之一流場之一示意性表示，其中該流場使用一垂直饋給且橫向定位之多孔介質條形成以控制及分配氣流。

【0048】 圖15D展示沿著一電極之一長、窄的主動區域之一流場之模擬結果，其中該流場使用不同高度之水平蛇形通道形成。

【0049】 圖15E展示沿著一電極之一長、窄的主動區域之一流場之模擬結果，其中該流場使用藉由自該流場之一頂部延伸至該流場之一底部

之一垂直入口饋給之垂直蛇形通道形成。

【0050】 圖15F係一電極之一長、窄的主動區域之一示意性表示，該長、窄的主動區域包含自頂部至底部增加高度以形成一流場之手風琴摺疊部。

【0051】 圖15G係一電極之一長、窄的主動區域之一示意性表示，該長、窄的主動區域包含自該電極之頂部至底部增加間距之一梯形結構。

【0052】 圖16係包含由袋分離之一電化學胞元之複數個例項之一模組之一透視圖，且其中在該模組之層級提供結構支撐。

【0053】 圖17係包含一分離器之一陰極之一示意性表示。

【0054】 圖18A係圖4A之電化學胞元之一透視圖，其展示沿著圖4A之電化學胞元之一自上而下橫截面A-A。

【0055】 圖18B係圖4A之電化學胞元之一橫截面之一自上而下視圖，其中該橫截面沿著圖18A中之A-A截取。

【0056】 圖19係固持一電化學胞元之電極之一電極固持件之態樣之一示意性表示。

【0057】 圖20A係用一網格支座分離兩個電極之態樣之一示意性表示。

【0058】 圖20B係用一波紋狀支座分離兩個電極之態樣之一示意性表示。

【0059】 圖21係根據各項實施例之用以減少沿著電極高度之歐姆壓降且改良電極之平面中之電流均勻性之方法之一示意性表示。

【0060】 圖22係用於陽極電流收集之方法之一示意性表示。

【0061】 圖23A係包含一印刷電路板上之一單個集中式開關之一電

極切換控制裝置之一俯視圖。

【0062】 圖23B至圖23D係包含在一印刷電路板上並聯且跨一電化學胞元之寬度分佈之多個開關之一電極切換控制裝置之各項態樣的示意性表示。

【0063】 圖24A至圖25H係根據各項實施例之胞元除霧、阻燃及氫氣管理之態樣之示意性表示。

【0064】 圖26A至圖26C係陽極總成之態樣之示意性表示。

【0065】 圖27A至圖27D係蓋子至容器密封之態樣之示意性表示。

【0066】 圖28係作為一電化學胞元之一主要結構部件操作之一陽極之態樣之一示意性表示。

【0067】 圖29係用作電化學胞元之容器之陽極之一示意性表示。

【0068】 圖30係在電化學胞元之間使用強制空氣冷卻之一模組之熱管理之一示意性表示。

【0069】 圖31係一電化學胞元之一容器之態樣之一示意性表示。

【0070】 圖32繪示根據各項實施例之一實例性吹塑模製之胞元容器之態樣。

【0071】 圖33展示跨圖32之吹塑模製之胞元容器之氣流之運算流體動力學/有限元素分析模擬結果。

【0072】 圖34係界定彎曲通道之一容器之一透視圖。

【0073】 圖35係跨電化學胞元之一模組之連續氣流之一示意性表示。

【0074】 圖36係一模組內之一列中之容器之經堆疊例項之一平行流組態之一示意性表示。

【實施方式】**相關申請案之交叉參考**

【0075】 本申請案主張2022年8月23日申請之美國臨時專利申請案63/373,287之優先權利，該案之全部內容藉此以引用的方式併入本文中。

【0076】 將參考隨附圖式詳細描述各項實施例。在可能的情況下，相同元件符號將貫穿圖式用於指代相同或相似零件。對特定實例及實施方案之引用係出於闡釋性目的，且不在限制發明申請專利範圍之範疇。實施例之以下描述不旨在為限制性且代替性地，旨在使熟習此項技術者能夠製作及使用此等實施例或其等之組合。

【0077】 本說明書中闡述之系統、設備、技術、方法、活動及操作之各項實施例亦可用於除了本文中闡述之彼等之外之各種其他活動及用於其他領域中。此外，例如，此等實施例可與以下一起使用：可在未來開發之其他設備或活動；及可部分基於本說明書之教示修改之現有設備或活動。此外，本說明書中闡述之各項實施例及實例可全部或部分地且以不同及各種組合彼此一起使用。因此，本說明書之各項實施例中提供之組態可彼此一起使用。例如，根據本文中提供之本發明，具有A、A'及B之一實施例之組件及具有A''、C及D之一實施例之組件可以各種組合(例如，A、C、D及A、A''、C及D等)彼此一起使用。因此，本發明之範疇不應限於在一特定實施例、實例中或在一特定圖中之一實施例中闡述之一特定實施例、組態或配置。

【0078】 本發明之實施例可包含用於電化學能量儲存系統(諸如金屬空氣電池系統)之系統、方法及裝置。各項實施例之系統及方法可提供金屬空氣電池系統之電極及/或胞元組件之構建及組態。

【0079】 各項實施例可提供用於長持續時間及超長持續時間、低成本能量儲存(包含用於多日能量儲存)之裝置及/或方法。在本文中，除非另有明確陳述，否則「長持續時間」及「超長持續時間」及類似此等術語應被賦予其等最廣泛的可能含義且包含8小時或更長之能量儲存期，諸如8小時之能量儲存期、在自8小時至20小時之範圍內之能量儲存期、20小時之能量儲存期、在自20小時至24小時之範圍內之能量儲存期、24小時之能量儲存期、在自24小時至一週之範圍內之能量儲存期、在自一週至一年(例如，諸如自幾天至幾週至幾個月)之範圍內之能量儲存期等，且將包含長持續時間能量儲存(LODES)系統。此外，除非另有明確陳述，否則術語「長持續時間」及「超長持續時間」、包含「電化學胞元」之「能量儲存胞元」及類似此等術語應被賦予其等最廣泛的可能解釋；且包含可經組態以在天、週或季節之時間跨度內儲存能量之電化學胞元，諸如有時被稱為多日能量儲存(MDS)胞元之電化學胞元。按照定義，術語「持續時間」意謂一能量儲存系統之能量與功率之比率。例如，具有24 MWh之一額定能量及8 MW之一額定功率之一系統具有3小時之一持續時間；具有24 MWh之一額定能量及1 MW之一額定功率之一系統具有24小時之一持續時間。在物理上，此可被解釋為能量儲存系統在最大功率下之運行時間。

【0080】 一般而言，在一實施例中，長持續時間能量儲存胞元可為一長持續時間電化學胞元。一般而言，此長持續時間電化學胞元可儲存自一發電系統產生之電力，當：(i)用於該發電之電源或燃料係可用的、豐富的、廉價的及此等之組合及變動時；(ii)當電網、客戶或其他使用者之電力要求或電需求小於藉由發電系統產生之電力之量時，為向電網、客戶或其他使用者提供此電力而支付之價格低於此電力之產生之一具經濟效益點

(例如，發電之成本超過電力之市場價格)及此等之組合及變動；及(iii) (i) 及(ii)以及其他原因之組合及變動。儲存於長持續時間電化學胞元中之此電力接著可在其經濟或以其他方式被需要之時間分配給電網、客戶或其他使用者。例如，電化學胞元可經組態以在夏季月份期間(當陽光充足且太陽能發電超過電力網要求時)儲存藉由太陽能胞元產生之能量，且在冬季月份期間(當陽光可能不足以滿足電力網要求時)將所儲存能量放電。

【0081】 各項實施例可提供用於大容量能量儲存系統，諸如長持續時間能量儲存(LODES)系統(例如，多日能量儲存(MDS)系統)、短持續時間能量儲存(SDES)系統等中之裝置及/或方法。作為一實例，各項實施例可提供大容量能量儲存系統之電池(諸如LODES系統之電池)之組態及控制。

【0082】 雖然參考Li離子及/或Fe空氣論述各項實例，但對Li離子及/或Fe空氣之論述僅用作一實例且各項實施例涵蓋可替代本文中之實例性太陽能+ Li離子+ Fe空氣論述之儲存技術之其他組合及排列。例如，在各項實施例中，可使用各種金屬空氣儲存技術(諸如鋅空氣、鋰空氣、鈉空氣等)作為電池。

【0083】 如本文中所使用，術語「模組」可係指一串單元電化學胞元(例如，一串電池)。多個模組(或多個單元或電化學胞元)可連接在一起以形成電池串。

【0084】 除非上下文另有表達或自上下文顯而易見，否則單數之任何元件之敘述應被理解為旨在涵蓋包含此等元件之一或多者之實施例，且為了清楚及可讀性，通常省略「一或多個」之分開的敘述。因此，例如，一LODES系統104之敘述應被理解為包含一或多個LODES系統等。

【0085】 圖1係根據各項實施例之一發電系統101之一系統方塊圖。

發電系統101可為包含一發電源102、一LODES系統104 (例如，一多日能量儲存(MDS)系統)及一SDES系統160之一發電廠。作為實例，發電源102可包含可再生發電源、非可再生發電源、可再生發電源及非可再生發電源之組合等。發電源102之實例包含風力發電機、太陽能發電機、地熱發電機、核能發電機等。LODES系統104可包含一電化學胞元(例如，一或多個電池)。LODES系統104之電池可為任何類型之電池，諸如可再充電二次電池、可加燃料一次電池、一次電池及二次電池之組合等。電池化學物質可為任何合適化學物質，諸如Al、AlCl₃、Fe、FeO_x(OH)_y、Na_xS_y、SiO_x(OH)_y、AlO_x(OH)_y、金屬空氣及/或任何合適類型之電池化學物質。SDES系統160可包含一或多個電化學胞元(例如，一或多個電池)。SDES系統160之電池可為任何類型之電池，諸如可再充電二次電池、可加燃料一次電池、一次電池及二次電池之組合等。電池化學物質可為任何合適化學物質，諸如Li離子、Na離子、NiMH、Mg離子及/或任何合適類型之電池化學物質。

【0086】 在各項實施例中，發電源102之操作可由一第一控制系統106控制。第一控制系統106可包含馬達、泵、風扇、開關、繼電器或可控制藉由發電源102產生電力之任何其他類型之裝置。在各項實施例中，LODES系統104之操作可由一第二控制系統108控制。第二控制系統108可包含馬達、泵、風扇、開關、繼電器或可控制藉由LODES系統放電及/或儲存電力之任何其他類型之裝置。在各項實施例中，SDES系統160之操作可由一第三控制系統158控制。第三控制系統158可包含馬達、泵、風扇、開關、繼電器或可控制藉由SDES系統160放電及/或儲存電力之任

何其他類型之裝置。第一控制系統106、第二控制系統108及第三控制系統158各可連接至一發電廠控制器112。發電廠控制器112可監測發電系統101之整體操作且產生及發送控制信號至第一控制系統106、第二控制系統108及第三控制系統158以控制發電源102、LODES系統104及/或SDES系統160之操作。

【0087】在發電系統101中，發電源102、LODES系統104及SDES系統160各可連接至一電力控制裝置110。電力控制裝置110可連接至一電力網115或其他傳輸基礎設施。電力控制裝置110可包含開關、逆變器(例如，AC轉DC逆變器、DC轉AC逆變器等)、繼電器、電力電子器件及可控制電力至/自發電源102、LODES系統104、SDES系統160及/或電力網115之流動之任何其他類型之裝置。此外或替代性地，發電系統101可包含將發電、傳輸及發電系統101連接至電力網115之傳輸設施130。作為一實例，傳輸設施130可連接於電力控制裝置110與電力網115之間，使得電力可在發電系統101與電力網115之間流動。傳輸設施130可包含傳輸線、分配線、電力電纜、開關、繼電器、變壓器及可支援電力在發電系統101與電力網115之間的流動之任何其他類型之裝置。電力控制裝置110及/或傳輸設施130可連接至發電廠控制器112。發電廠控制器112可諸如經由各種控制信號監測及控制電力控制裝置110及/或傳輸設施130之操作。作為實例，發電廠控制器112可控制電力控制裝置110及/或傳輸設施130以將來自發電源102之電力提供至電力網115，將來自LODSE系統104之電力提供至電力網115，將來自發電源102及LODES系統104兩者之電力提供至電力網115，將來自發電源102之電力提供至LODES系統104，將來自電力網115之電力提供至LODES系統104，將來自SDES系統160之電力提供至

電力網115，將來自發電源102及SDES系統160兩者之電力提供至電力網115，將來自發電源102之電力提供至SDES系統160，將來自電力網115之電力提供至SDES系統160，將來自SDES系統160及LODES系統104之電力提供至電力網115，及/或將來自發電源102、SDES系統160及LODES系統104之電力提供至電力網115。在各項實施例中，發電源102可對LODES系統104及/或SDES系統160選擇性地充電且LODES系統104及/或SDES系統160可選擇性地放電至電力網115。以此方式，藉由發電源102產生之能量(例如，可再生能量、非可再生能量等)可在自LODES系統104及/或SDES系統160產生之後的某一時間輸出至電力網115。

【0088】在各項實施例中，發電廠控制器112可與一網路120(例如，3G網路、4G網路、5G網路、核心網路、網際網路、其等之組合等)通信。使用至網路120之連接，發電廠控制器112可與網路120以及與連接至網路120之裝置(諸如一發電廠管理系統121或連接至網路120之任何其他裝置)交換資料。發電廠管理系統121可包含一或多個運算裝置，諸如一運算裝置124及一伺服器122。運算裝置124及伺服器122可直接地及/或經由至網路120之連接彼此連接。藉由發電廠控制器112及發電廠管理系統121之裝置至網路120之各種連接可為有線及/或無線連接。

【0089】在各項實施例中，發電廠管理系統121之運算裝置124可提供一使用者介面，該使用者介面促成對發電廠管理系統121及/或發電系統101提供使用者定義之輸入，接收與發電廠管理系統121及/或與發電系統101相關聯之指示，及/或以其他方式控制發電廠管理系統121及/或發電系統101之操作。

【0090】雖然被展示為兩個分開的裝置124及122，但本文中描述之

運算裝置124及伺服器122之功能性可組合至一單個運算裝置中或可在多於兩個裝置當中劃分。此外或替代性地，雖然被展示為發電廠管理系統121之部分，但運算裝置124及伺服器122之一者或兩者之功能性可全部或部分藉由一遠端運算裝置(諸如一基於雲端之運算系統)實行。此外或替代性地，雖然被展示為與發電系統101之一單個例項通信，但發電廠管理系統121可與發電系統101之多個例項通信。

【0091】雖然在圖1中被展示為定位在一起，但在各項實施方案中，發電源102、LODES系統104及SDES系統160可彼此實體分離。例如，LODES系統104可在一傳輸約束的下游，諸如電力網115之一部分的下游，發電源102及SDES系統160的下游等。以此方式，藉由使LODES系統104位於一傳輸約束的下游，在可用容量時對LODES系統104充電且在傳輸短缺時對LODES系統104放電，來減少或甚至避免未充分利用之傳輸基礎設施之過度建置。LODES系統104亦可或替代性地根據現行市場價格對電力進行仲裁，以降低消費者之最終電力成本。

【0092】圖2係根據各項實施例之一發電系統201之一系統方塊圖，其中發電系統201之各種元件可彼此實體分離。為了清楚及高效的描述，圖2中之具有擁有與圖1中相同的最後兩個數位之元件符號之元件應被理解為彼此類似或可互換，除非另有指定或自上下文顯而易見，且因此，除了注意差異及/或強調特定特徵之外，不彼此分開描述。例如，除非一相反意圖自上下文表達或自上下文顯而易見，否則發電系統101 (圖1)應被理解為類似於發電系統201及/或可與發電系統201互換。

【0093】作為一實例，發電系統201可包含一發電源202及一或多個大容量能量儲存系統(諸如一LODES系統204及/或一SDES系統260)。發

電源202、LODES系統204及/或SDES系統160可分別在發電廠231A、231B、231C中分離。雖然發電廠231A、231B、231C可彼此分離，但發電系統201及一發電廠管理系統121可如上文參考發電系統101及發電廠管理系統121(圖1)之操作所描述般操作。而發電廠231A、231B及231C可經共同定位或可在地理上彼此分離。發電廠231A、231B及231C可在不同地方連接至電力網215。例如，發電廠231A可在連接發電廠231B之處的上游連接至電力網215。

【0094】 在一些實施方案中，與發電源202相關聯之發電廠231A可包含用於發電廠231A之控制及/或用於至/自發電廠231A之電力之轉變之專用設備。例如，發電廠231A可包含一發電廠控制器212A及一電力控制器110A及/或一傳輸設施230A。電力控制器210A及/或傳輸設施230可與發電廠控制器112A電通信連接。發電廠控制器212A可(例如)諸如經由各種控制信號監測及控制電力控制器210A及/或傳輸設施230A之操作。作為實例，發電廠控制器212A可控制電力控制器210A及/或傳輸設施230A以將來自發電源202之電力提供至電力網215等。

【0095】 此外或替代性地，與LODES系統204相關聯之發電廠231B可包含用於發電廠231B之控制及/或用於至/自發電廠231B之電力之傳輸之專用設備。例如，與LODES系統204相關聯之發電廠231B可包含一發電廠控制器112B、一電力控制器210B及/或一傳輸設施230B。電力控制器210B及/或傳輸設施230B可連接至發電廠控制器212B。發電廠控制器212B可諸如經由各種控制信號監測及控制電力控制器210B及/或傳輸設施230B之操作。作為一實例，發電廠控制器212B可控制電力控制器210B及/或傳輸設施230B以將來自LODES系統204之電力提供至電力網215及/或

將來自電力網215之電力提供至LODES系統204等。

【0096】 又進一步或代替性地，與SDES系統260相關聯之發電廠231C可包含用於發電廠231C之控制及/或用於至/自發電廠231C之電力之傳輸之專用設備。例如，與SDES系統260相關聯之發電廠231C可包含一發電廠控制器212C及一電力控制器210C及/或一傳輸設施230C。電力控制器210C及/或傳輸設施230C可連接至發電廠控制器212C。發電廠控制器212C可諸如經由各種控制信號監測及控制電力控制器210C及/或傳輸設施230C之操作。作為實例，發電廠控制器212C可諸如經由各種控制信號監測及控制電力控制器210C及/或傳輸設施230C之操作。作為實例，發電廠控制器212可控制電力控制器210C及/或傳輸設施230C以將來自SDES系統260之電力提供至電力網215及/或將來自電力網215之電力提供至SDES系統260等。

【0097】 在各項實施例中，發電廠控制器212A、212B、212C各可彼此通信及/或與一網路220通信。使用至網路220之連接，發電廠控制器212A、212B、212C可與網路220以及與連接至網路220之一或多個裝置(諸如一發電廠管理系統221或連接至網路220之任何其他裝置)彼此交換資料。在各項實施例中，發電廠控制器212A、212B、212C之操作可由發電廠管理系統221監測且發電廠控制器212A、212B、212C之操作及因此發電系統201之操作可由發電廠管理系統221控制。

【0098】 圖3係可用於本文中描述之一或多個LODES系統(例如，圖1中之LODES系統204及/或圖2中之LODES系統204)中之一電池370之一示意圖。電池370可包含一容器371、一氣體擴散電極(GDE) 372、一陽極373、一電解質374及一電流收集器375。GDE 372、陽極373、電解質374

及電流收集器375各可安置於容器371中。陽極373可包含一金屬電極(例如，一鐵電極、一鋰電極、一鋅電極或其他類型之合適金屬)。電解質374可將GDE 372與陽極373分離。此外，可用於大容量能量儲存系統中(諸如用於本發明之LODES系統中)之電池(諸如類似於電池370之電池)之特定實例係在美國專利申請公開案2021/0028457中進行描述，該案之全部內容以引用的方式併入本文中。作為實例，電池370可為一金屬空氣型電池，諸如一鐵空氣電池、一鋰空氣電池、一鋅空氣電池等。雖然參考金屬空氣電池論述各項實例，但此外或替代性地，可在本文中提供之各項實例中使用其他類型電池，除非另有指定或自上下文顯而易見。電池370可為一單個胞元或單元，且電池370之多個例項(即，多個單元或胞元)可連接在一起以形成一模組。多個模組可彼此連接以形成一電池串。

【0099】 在各項實施例中，陽極373可為固體的且電解質可自陽極排除。在各項實施例中，陽極373可為多孔的且電解質374可與陽極373幾何地散佈，從而產生用於反應之一更大介面表面積。此外或代替性地，空氣電極203可為多孔的且電解質374可與陽極373幾何地散佈，從而產生用於反應之一更大介面表面積。又進一步或代替性地，GDE 372可在電解質374與一氣態頂部空間(圖3中未展示)之一介面處。該氣態頂部空間可(例如)密封於一殼體中。此外或替代性地，該殼體可未經密封且氣態頂部空間可為能夠與環境自由地交換質量之一開放系統。

【0100】 陽極373可由一金屬或金屬合金形成，諸如鋰(Li)、鈉(Na)、鉀(K)、鎂(Mg)、鈣(Ca)、矽(Si)、鋁(Al)、鋅(Zn)或鐵(Fe)；或實質上包括前述金屬元素之一或多者之合金，諸如鋁合金或鐵合金(例如，FeAl、FeZn、FeMg等)，其可經歷氧化反應以用於放電。因而，陽極373

在本文中可被稱為一金屬電極。

【0101】 在某些實施例中，電池370可為可再充電的且陽極373可在電池370被充電時經歷一還原反應。陽極373可為一固體(包含一緻密或多孔固體)，或一網狀物或發泡體，或一粒子或粒子集合，或可為沈積於殼體內之一漿液、油墨、懸浮液或糊狀物。在各項實施例中，可選擇陽極373之組合物，使得陽極373及電解質374不在任何實質程度上混合在一起，從而僅容許不影響電池370之效能之少量溶解度。例如，陽極373可為一金屬電極，該金屬電極可為一塊狀固體。此外或代替性地，陽極373可包含在一懸浮液內之一粒子(諸如小或大粒子)集合，且該粒子集合可能不具有足以使懸浮液逸出至電解質374中之浮力。此外或替代性地，陽極373可包含在電解質374中沒有浮力之粒子。

【0102】 GDE 372可支援與氧氣之反應。例如，GDE 372可為一固體且可位於一氣體頂部空間與電解質374之介面處。在放電程序期間，GDE 372可支援在被稱為氧還原反應(ORR)之一反應中自氣態頂部空間還原氧。在某些實施例中，電池370可為可再充電的，且可發生反向反應，即，其中GDE支援在被稱為析氧反應(OER)之一反應中將氧自電池析出之反應。OER及ORR反應為熟習此項技術者通常所知。

【0103】 在各項實施例中，電解質374可為一液體電解質。例如，電解質374可為一水溶液、一非水溶液或其等之一組合。在各項實施例中，電解質374可為一水溶液，其可為酸性(低pH)、中性(中等pH)或鹼性(高pH；亦被稱為鹼性或苛性的)。在某些實施例中，電解質374可包括一正電性元素，諸如Li、K、Na或其等之組合。在一些實施例中，液體電解質可為鹼性的，即，具有大於7之一pH。在一些實施例中，電解質之pH可

大於10 (例如，大於12)。例如，電解質374可包含一6 M (摩爾/公升)濃度之氫氧化鉀(KOH)。在某些實施例中，電解質374可包含諸如5.5 M氫氧化鉀(KOH)及0.5 M氫氧化鋰(LiOH)之成分之一組合。在某些實施例中，電解質374包括一6 M (摩爾/公升)濃度之氫氧化鈉(NaOH)。在某些實施例中，電解質374可包括一5 M (摩爾/公升)濃度之氫氧化鈉(NaOH)及1 M 氫氧化鉀(KOH)。

【0104】 在某些實施例中，電池370 (例如，金屬空氣電池)可藉由還原通常源自空氣之氧(O₂)來放電。此可藉由氣態氧、為還原反應提供電子之一電子活性導體及含有還原步驟之產物之電解質374之間的一三相接觸來達成。例如，在涉及一含水鹼性電解質之某些實施例中，來自空氣之氧可透過半反應 $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$ 還原以形成氫氧離子。因此，至金屬空氣胞元之氧輸送可包含氣體處置及三相點之維持。在有時被稱為「正常空氣呼吸」組態之某些實施例中，GDE 372可定位於氣體-液體介面處以促成及維持三相邊界。GDE 372可垂直或水平地定位，或相對於重力成任何中間角度定位，且維持一「正常空氣呼吸」組態。在此等「正常空氣呼吸」組態中，氣相處於大氣壓下，即，氣相未經加壓超出重力作用。

【0105】 圖3中之電池370僅為根據各項實施例之一個電化學胞元之一實例且不旨在為限制性。其他組態，諸如具有不同類型之容器及/或不具有容器371之電化學胞元、具有不同類型之空氣電極及/或不具有GDE 372之電化學胞元、具有不同類型之電流收集器及/或不具有電流收集器375之電化學胞元、具有不同類型之陽極及/或不具有陽極373之電化學胞元，及/或具有不同類型之電解質之電化學胞元及/或不具有電解質374之

電化學胞元可替代電池370之實例性組態，且其他配置係根據各項實施例。

【0106】 在各項實施例中，容器371可由聚合物製成，諸如聚乙烯、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(ABS)、高密度聚乙烯(HDPE)、超高分子量聚乙烯(UHMW)、聚丙烯及/或其他聚合物。在某些實施例中，用於電池370之容器371及/或殼體可由一金屬製成，諸如鎳、鋼、陽極氧化鋁、鎳塗佈之鋼、鎳塗佈之鋁或其他金屬。

【0107】 在各項實施例中，一電池(例如，電池370)可包含三個電極，即一陽極(例如，陽極373)及一雙陰極(例如，包含諸如一第一陰極及一第二陰極之兩個部分之GDE 372)。電極可具有有限的有用壽命，且可為機械可更換的。例如，陽極可季節性地更換。雙陰極之第一陰極可被分為兩個部分，即具有一親水表面之一第一部分及具有一疏水表面之一第二部分。例如，疏水表面可具有聚四氟乙烯(PTFE) (例如，Teflon®)疏水表面。

【0108】 例如，具有疏水表面之第二部分可包含聚四氟乙烯(PTFE)及高表面積碳之一微孔層，而具有親水表面之第一部分可包含部分塗佈有PTFE之碳纖維。作為另一實例，第二部分可包含PTFE及炭黑之一微孔層且第一部分可包含近似33重量%之PTFE。作為一進一步實例，第二部分可包含23重量%之PTFE及77重量%之炭黑之一微孔層且第一部分可包含一低負載微孔層。陽極可為一鐵(Fe)電極或鐵合金(Fe合金)電極(例如，FeAl、FeZn、FeMg等)。雙陰極之第二陰極可包含一親水表面。雙陰極之第二陰極可包含塗佈有鎳(Ni)之一金屬基板，諸如碳(C)、鈦(Ti)、鋼等。電解質(例如，電解質140)可安置於三個電極之間。電解質可滲透至

該三個電極之一或多者中。

【0109】電池系統可包含串聯及/或並聯連接於一共用電解質浴槽中且容納於一殼體中之數個胞元。

【0110】現參考圖1至圖4C，圖4A，根據各項實施例，一電化學胞元400可包含至少一個電池(諸如電池200之至少一個例項)。在一些實施方案中，電化學胞元400可包含其中安置一空氣電極(例如，一陰極)(諸如GDE 372)、一負電極(例如，一陽極)(諸如陽極373)及一電解質(諸如電解質374)之一容器401(例如，諸如容器371)。電解質(諸如電解質374)可上升至容器401內之一給定液位且容器401之頂部與電解質液位之間的一頂部空間可形成於電化學胞元400中。容器401可具有一高度(例如，一z維度)、一寬度(例如，一y維度)及一深度(例如，一x維度)。在一個實例性組態中，高度可大於寬度及深度且寬度可大於深度，使得容器401係一大致上矩形長方體。容器401可包含一或多個各種連接，諸如電連接、電解質連接、氣體連接(例如，空氣連接)、排氣孔等。經由該等連接，兩個或更多個電化學胞元(例如，電化學胞元400之兩個或更多個例項)可諸如串聯及/或並聯連接在一起以形成一模組。

【0111】在由電化學胞元400之複數個例項形成之一模組中，電化學胞元400之各例項可為支撐其自身的各自空氣電極(例如，GDE 372)、陽極電極(例如，陽極373)及電解質(例如，電解質374)之一自含型單元。模組結構可支撐安置於給定模組內之電化學胞元400之容器401。

【0112】容器401可能已在其內安置陽極總成402a、b之一或多個例項(例如，陽極373之一或多個例項)、一陰極之一或多個例項(例如，空氣電極203)及一電解質(例如，電解質374)。作為一實例，陰極總成之各例

項可包含一析氧電極(OEE) 403a、b及一氣體擴散電極(GDE) 404之一各自例項。包含OEE 403之至少一個例項及GDE 404之至少一個例項之一電池可被稱為一多陰極電池胞元。

【0113】 一第一OEE 403a可安置於容器401內，在一第一陽極總成402a與GDE 404之間。在GDE 404之相對側上，一第二OEE 403b及一第二陽極總成402b可相對於GDE 404成一鏡像組態。即，在容器401內，GDE 404可安置於以下對稱配置之間：1)第一陽極總成402a與第一OEE 403a；及2)第二陽極總成402b與第二OEE 403b。作為一特定實例，GDE 404可在安置於由容器401界定之一體積內之中心，使得GDE 404之長度及寬度至少部分沿著由藉由容器401界定之該體積之長度及寬度界定之一中心平面安置且與由容器401界定之體積之深度尺寸之一中點相交。空氣可進入容器401之體積且在第一OEE 403a與第二OEE 403b之間傳遞至GDE 404中(例如，傳遞至GDE 404之一中心部分中)。電化學胞元400可包含介於第一陽極總成402a與第一OEE 403a之間及第二陽極總成402b與第二OEE 403b之間的第一支座元件451。此外或代替性地，電化學胞元400可包含介於第一OEE 403a與GDE 404之間及第二OEE 403b與GDE 404之間的第二支座元件452。然而，電化學胞元400之內部配置僅為容器401內之一個實例性組態，且並不旨在為限制性。

【0114】 在一些實施方案中，電化學胞元400可包含一電子器件結構450，該電子器件結構450可包含如可對於支撐可控制及/或管理電化學胞元400之一或多個操作之各種電子裝置(例如，控制器、感測器、開關、佈線匯流等)有用之一印刷電路板總成(PCBA)、電路系統殼體等。此外或替代性地，電化學胞元400可包含在沿著容器401之一長度尺寸之相對側

上之一蓋子455及一電極固持件454。束帶453可將蓋子455及電極固持件454固定至容器401。在一些組態中，電子器件結構450可經支撐於蓋子455上。

【0115】一般而言，第一OEE 403a、第一陽極總成402a、GDE 404、第二OEE 403b及第二陽極總成402b各可安置於電化學胞元400之容器401之體積內之一電解質497中。如本文中所論述，GDE 404可包含具有在三側上密封之兩個面以形成界定該兩個面之間的一中心空氣通路之一兩面囊狀構造的一兩部分電極。如相較於其他組態，在GDE 404之構建(例如，流場、環氧樹脂「槽」或框架)中使用之非活性材料之量可藉由製作一2側GDE (空氣在中間，任一側上具有主動面)來減少。為促成GDE 404之構建，第一陽極總成402a及第一OEE 403a可藉由第二陽極總成402b及第二OEE 403b圍繞GDE 404成鏡像。沿著容器401之深度尺寸，在圖4C中自右至左之一方向上，電化學胞元400之容器401內之電極之構建可為：第一陽極總成402a | 第一OEE 403a | GDE 404之一第一部分404a | GDE 404之一第二部分404b | 第二OEE 403b | 第二陽極總成402b。為便於製造及組裝，各電極可進一步劃分成跨容器401之寬度尺寸之兩個機械相異之電極，從而導致電化學胞元具有4個陽極(例如，第一陽極總成402a之兩個例項及第二總成402b之兩個例項)、4個OEE (例如，第一OEE 403a之兩個例項及第二OEE 403b之兩個例項)及GDE 404之兩個例項。在電氣及電化學方面，所有電極可用作一並聯電路(例如，所有陽極當中之共同電位)。

【0116】參考圖1至圖4C及圖5A，自沿電化學胞元400之複數個例項之高度(例如，z維度)向下看之一俯視圖展示一模組501。模組501可為

一大致上正方形組態，其中模組501之前部、後部及側面具有大約相同長度。在模組501中，電化學胞元400之複數個例項可經配置成兩列，使得電化學胞元之複數個例項之各自寬度尺寸平行於模組501之側面且容器401之各自深度平行於模組501之前部及後部延伸。在模組501之組態中，電化學胞元400之複數個例項之兩列之經組合寬度以及模組之兩列與前部及後部之間的任何間距通常可管控模組501之各側之長度。各列中之電化學胞元400之例項之數目及容器401之各例項之深度尺寸以及各列中之容器401之例項之間間距及各自列與模組501之側面之間距通常可管控自模組501之前部至後部之長度。如下文更詳細描述，此外或替代性地，電化學胞元400之複數個例項之其他配置可形成具有其他覆蓋區之模組。

【0117】雖然已描述電化學胞元及此等電化學胞元之模組之各項態樣，但應瞭解，此外或替代性地，其他實施方案係可能的。

【0118】例如，雖然電化學胞元400已被描述為包含陽極總成及OEE相對於GDE 404之一種類型之鏡像配置，但應瞭解，此外或替代性地，另一類型之鏡像配置係可能的。例如，現參考圖4D，沿著一容器401'之一深度尺寸，在圖4D中自左至右之一方向上，一電化學胞元400'之容器401'內之電極之一構建可為：一第一OEE 403a' | 一第一陽極總成402a' | GDE 404'之第一部分404a' | GDE 404'之第二部分404b | 一第二陽極總成402b | 及一第二OEE 403b'。在此上下文中，用一上標符號(')指定之元件符號應被理解為與無上標符號之對應元件符號相同，惟為適應圖4D中之電極相對於圖4B及圖4C中展示之定位之不同定位所必需的程度除外。此外或代替性地，電化學胞元400'應被理解為在以下描述中可與電化學胞元400互換。然而，為了清楚及高效描述，以下描述中之描述、引用

僅針對電化學胞元400進行。

【0119】 作為另一實例，雖然模組501已被描述為具有電化學胞元之一特定配置以形成一特定覆蓋區，但應瞭解，此外或替代性地，電化學胞元之其他配置可形成模組。作為一實例，現參考圖5B，根據各項實施例，一模組502組態可包含電化學胞元400之多個例項。模組502組態可為一大致上矩形組態，其中模組502之側面比模組502之後部及前部長。在模組502中，電化學胞元400之兩列例項可經配置使得電化學胞元400之複數個例項之寬度平行於模組502之前部及後部且電化學胞元400之複數個例項之深度平行於模組502之側面。在模組502之組態中，電化學胞元400之兩個例項之寬度通常可管控模組502之前部及後部之長度以及電化學胞元400之例項列之間的任何間距及模組502之各自列及側面之間距。各列中之電化學胞元400之例項之數目及電化學胞元400之複數個例項之深度通常可管控模組502之側面之長度以及各列中之電化學胞元400之複數個例項之間的間距及模組502之各自列以及前部及後部之間距。

【0120】 作為另一實例，現參考圖5C，根據各項實施例，一模組503組態可包含電化學胞元400之多個例項。模組503可為一大致上矩形組態，其中模組503之側面比模組503之後部及前部長。在模組503中，電化學胞元400之一單列例項可經配置使得電化學胞元400之例項之寬度平行於模組503之前部及後部且電化學胞元400之例項之深度平行於模組503之側面。在模組503中，電化學胞元400之單列例項之寬度通常可管控模組503之前部及後部之長度以及模組503之側面之間的任何間距。列中之電化學胞元400之例項之數目及電化學胞元400之例項之深度通常可管控模組503之側面之長度以及列中之電化學胞元400之例項之間的間距及模組

503之前部及後部之間的間距。

【0121】 作為又另一實例，現參考圖5D，一模組504可呈大致上正方形，其中模組504之前部、後部及側面具有大約相同長度。在模組504中，電化學胞元400之兩列例項可經配置使得電化學胞元400之例項之寬度平行於模組504之前部及後部且電化學胞元400之例項之深度平行於模組504之側面。在模組504中，電化學胞元400之兩個例項之寬度通常可管控模組504之前部及後部之長度以及電化學胞元400之例項列之間的任何間距及模組504之各自列及側面之間距。各列中之電化學胞元400之例項之數目及電化學胞元400之例項之深度通常可管控模組504之側面之長度以及各列中之電化學胞元400之例項之間的間距及模組504之各自列以及前部及後部之間距。

【0122】 此外或替代性地，電化學胞元之複數個例項之其他組態係可能的，諸如具有更多或更少列之模組、具有電化學胞元之非線性配置之模組、具有更多或更少電化學胞元之模組等，可替代上文描述之模組之實例性組態，且其他組態係根據各項實施例。

【0123】 在各項實施例中，其中具有電化學胞元串之電池模組可經圍封於一圍封殼中。圍封殼可容置一模組之一或多個例項，其中一模組之各例項中具有電化學胞元串。在以下描述中，圍封殼係關於模組501 (圖5A)之複數個例項進行描述。然而，應瞭解，此係為了清楚及高效描述。即，除非另有指示或自上下文顯而易見，否則對圍封殼中之模組501 (圖5A)之任何引用應被理解為同樣適用於一模組中之電化學胞元之任何其他配置，且因此，應被理解為同樣適用於模組502 (圖5B)、模組503 (圖5C)及模組504 (圖5D)。

【0124】 部署於現場中之模組501之例項可能需要保護免受以下要素之影響，諸如：風、灰塵、雪、雨、地震活動等。模組501之例項亦可或代替性地需要固定至地面以減少在強風及/或地震活動之情況下移動之可能性。人員亦需要具有保護使其免受高壓、苛性流體及與一電池系統之操作相關聯之任何其他危險狀況之影響。亦可能需要若干輔助系統來支援操作電池能量儲存系統，包含二次圍阻、熱管理、氫氣管理、氣體擴散電極(GDE)支援、空氣供應、電解質/水管理等。

【0125】 現參考圖1至圖5A及圖6A至圖6C，模組501之一或多個例項可定位於圍封殼605中。作為一實例，圍封殼605可包含一下部結構602、壁603、604、606、607、一頂壁611及門612、614。

【0126】 在一些實施方案中，下部結構602可支撐模組501之複數個例項之全部重量以用於運輸及安裝。一二次圍阻可經製造至下部結構602中(例如)以在其併入於設計中的情況下處置溢出之可能性及消防水兩者。提升點可設置於下部結構602中，使得下部結構602可藉由邊角提升或具有沿著其長度併入之額外拾取點。下部結構602之基底可包含附接點以促成將模組501之一或多個例項固定至圍封殼605，例如以支援裝運、地震事件阻尼等。為促成在安裝時及/或運輸期間保護模組501之一或多個例項，圍封殼605可包含門612及614。此外，其他門及/或艙口可沿著圍封殼605之其他壁及/或頂壁安裝。圖6A至圖6C中展示之圍封殼605之組態展示用於至少七個模組之一組態，但應瞭解，取決於圍封殼大小及/或組態，圍封殼605中可存在更多或更少模組。又進一步或代替性地，圍封殼605可包含經提供以在現場部署時附接至各種現場安裝結構(諸如地樑、樁、螺旋形墩、基礎等)之安裝點。

【0127】 在一些實施例中，圍封殼605可包含一輔助區域608。作為一實例，輔助區域608可在圍封殼605之一端處。此外或代替性地，輔助設備可安裝於輔助區域中以支援模組501之一或多個例項之操作。輔助設備可包含泵、鼓風機、控制器、開關、連接、配管、管道、加熱器、冷凍機、過濾器、貯器、槽、電子器件或可支援圍封殼605內之模組501之一或多個例項之操作之任何其他類型之設備。支援子系統可經容置於輔助區域608中且連接至模組501之一或多個例項。支援子系統可包含GDE空氣系統、熱管理系統、加熱系統、氫氣管理系統、水及/或電解質管理系統、電力電子器件系統、控制電子器件系統、通信系統、遙測感測器及設備，及/或與發電廠級服務之斷開連接，以及任何其他類型之子系統。此外或代替性地，圍封殼605之底板可界定穿孔以容許在現場安裝時製作電、水或任何其他所要連接之短管(stub up)。穿孔可維持下部結構602之二次圍阻要求。

【0128】 壁603、604、606及607可附接至下部結構602，且在一些例項中，可支撐由頂壁611承受之雪負載及/或可處置圍封殼605上之風負載。由附接至下部結構602之壁603、604、506及607形成之結構殼可進一步或代替性地可提供用於需要在延伸遍佈圍封殼605以支援模組501之一或多個例項之操作之輔助子系統之安裝。雖然壁603、604、606及607以及頂壁611在一些例項中各可為金屬，但應瞭解，壁603、604、606及607及/或頂壁611之全部或部分可由其他材料(諸如織物、布等)形成。

【0129】 在各項實施方案中，圍封殼605可經形成為不同區域(諸如輔助區域608及模組隔間(bay) 616)。在各項實施例中，輔助區域608可在圍封殼605之一或兩個長側上由門612覆蓋，且模組隔間616可在圍封殼

605之一或兩個長側上由門614覆蓋。門612及/或614可促成對輔助設備及/或模組501之一或多個例項之接取以進行維護、修理及/或更換。在一些實施例中，穿孔610可由壁606及/或由頂壁611界定以促成自環境至圍封殼605交換空氣且反之亦然。穿孔610可包含(例如)過濾器格柵。此外或代替性地，圍封殼605可維持低灰塵侵入及/或防大風雨。

【0130】 現參考圖7A，一輔助區域608可在圍封殼605內且與模組501之一或多個例項共同定位於模組隔間616內。雖然圍封殼605被展示為包含模組501之七個例項，但應瞭解，模組501之更多或更少例項可安置於圍封殼605中，如對於適應不同最終使用情況可為有用的。

【0131】 現參考圖7B，一系統702可包含支撐模組501之複數個例項之一圍封殼710之複數個例項。一共用輔助區域703可支撐圍封殼710之複數個例項。共用輔助區域703可藉由一或多個連接715連接至模組501之複數個例項之各者且共用輔助區域703可對圍封殼710之複數個例項及其中之模組501之複數個例項饋給子系統服務，諸如GDE空氣系統、熱管理系統、氫氣管理系統、水及/或電解質管理系統、電力電子器件系統、控制電子器件系統、遙測感測器及設備及/或與發電廠級服務之斷開連接以及任何其他類型之子系統之彼等子系統服務。雖然圖7B中展示圍封殼710之四個例項，但圍封殼710之更多或更少例項可連接至共用輔助區域703且共用輔助區域703可根據用以支撐之圍封殼之數目及圍封殼內之模組之數目來設定大小。

【0132】 現參考圖7C，一系統750可包含共用輔助區域703圍封殼連接至圍封殼605之複數個例項，其中圍封殼605之各例項在其中具有輔助區域608。以此方式，一些輔助系統功能可全部或部分卸載至共用輔助

區域705且一些輔助系統功能可全部或部分處於圍封殼605之層級。

【0133】 圖8A至圖8E係圍封殼605內之模組501之複數個例項之實例性佈局之示意性表示。在圖8A至圖8E中展示之佈局之各者中，模組501之兩個例項前後地配置於圍封殼605之一給定隔間內。在此等佈局中，可提供電佈線，且所有接線(hookup)可在圍封殼605短端上。此外，可在圍封殼605內提供空間以促成模組501之一例項之移除。此外或代替性地，模組501之電化學胞元之一電極之寬度可與圍封殼605之最小尺寸相關。又進一步或代替性地，模組501之電化學胞元及/或模組501之複數個例項相對於彼此之熱間距可與圍封殼605之最小尺寸相關。特定佈局可包含圍封殼605之各隔間中之模組之一或多個例項之一後部分之連接及/或斷開連接。又進一步或代替性地，佈局可促成人員之一些活動在圍封殼605內執行。

【0134】 現參考圖8B，一熱管理管道/管路系統803可在圍封殼605內以促成安裝及/或移除模組501之一或多個例項。現參考圖8C，一電系統連接組態804及電連接805可在圍封殼605內以促成安裝及/或移除模組501之一或多個例項。現參考圖8D，GDE空氣系統806及空氣連接807可在圍封殼605內以促成安裝及/或移除模組501之一或多個例項。現參考圖8E，一水及/或電解質系統808及流體連接809可在圍封殼605內以促成安裝及/或移除模組501之一或多個例項。

【0135】 圖9A至圖9F係圍封殼605內之模組502之複數個例項之實例性佈局之示意性表示。在此等佈局之各者中，模組連接可在模組502之門處。現參考圖9B，一熱管理管道/管路系統組態902可在圍封殼605內。現參考圖9C，一電系統連接904可在圍封殼605內。現參考圖9D，一GDE

空氣系統連接906可在圍封殼605內部。現參考圖9E，一水及/或電解質系統連接908可在圍封殼605內。現參考圖9F，一第二電系統連接910可在圍封殼605內。第二電系統連接910可包含在模組502之各例項之後部處之盲配接及前側連接。

【0136】 圖10A至圖10E係圍封殼605內之模組504之複數個例項之實例性佈局之示意性表示。在此等佈局之各者中，模組504之兩個例項可前後地配置於圍封殼605之一隔間內。在此等佈局中，可在圍封殼605內提供空間以促成移除模組504之一例項。此外或代替性地，在此等佈局中，模組504之各例項中之電化學胞元之電極寬度可獨立於圍封殼605之寬度。此等佈局可包含各隔間中之模組504之兩個例項之一者之一後部之連接及/或斷開連接。又進一步或代替性地，此等佈局可促成人員之一些活動在圍封殼605中執行。

【0137】 現參考圖10B，一熱管理管道/管路系統1003可在圍封殼605內。現參考圖10C，一電系統1004及電連接1005可在圍封殼605內以促成安裝及/或移除模組504之一或多個例項。現參考圖10D，一GDE空氣系統1006及空氣連接1007可在圍封殼605內以促成安裝及/或移除模組504之一或多個例項。現參考圖10E，一水及/或電解質系統1008及流體連接1009可在圍封殼605內以促成安裝及/或移除模組504之一或多個例項。

【0138】 雖然圖8A至圖10E表示用於圍封殼及彼等圍封殼內之模組之各種組態，但圖8A至圖10E中展示之佈局應被理解為根據各項實施例之實例且不旨在為限制性。此外或替代性地，用於圍封殼及彼等圍封殼內之模組之其他佈局係可能的。

【0139】 電極至蓋子密封(例如，圖4B中之GDE 404至蓋子455之間

的密封)可帶來挑戰。例如，鹼性電解質具有沿著一負極化電極蠕變之一趨勢。作為另一實例，電化學胞元內之反應可導致電解質霧佈滿胞元頂部空間。此電化學驅動之蠕變及/或電解質霧可導致電解質從電化學胞元之容器逸出(例如，從圖4A及圖4B中之容器401逸出)且污染周圍區域。為降低電解質離開一電化學胞元之此意外移動之可能性(如對於電化學胞元之效能可能至關重要)，可在蓋子與電化學胞元之一或多個子組件(包含一電極匯流排及/或管路系統附件)之間形成一氣密密封。

【0140】 現參考圖1至圖11B，在各項實施例中，蓋子455之貫穿部分可由不同塑膠形成。一種密封貫穿部之方法可在各自塑膠部分中包含一嵌套塑膠杯，在其等之間具有環氧樹脂1102以產生穿過容器401之蓋子455之一密封貫穿部。圖11A中展示之方法可為一嵌套槽設計，其在蓋子455與一陰極空氣管1103之間提供一灌封貯器，幾乎不需要或不需一副壩以降低灌封程序期間洩漏之可能性。此特徵亦促成密封，同時僅能夠接取蓋子之頂面，此在組裝電化學胞元400之操作之順序上提供靈活性。蓋子455槽中之孔可提供用於將環氧樹脂1102灌封至下部槽中之接取點。環氧樹脂1102可將蓋子455及陰極空氣管1103密封在一起，而幾乎沒有或沒有滲入至下方胞元區域的風險。

【0141】 圖11C係包含用以密封蓋子455之一波紋管特徵之一實施方案之一示意性表示。在一些例項中，一低硬度計熱塑性彈性體(TPE)可經包覆模製至蓋子455之硬塑膠以提供電化學胞元之子組件與蓋子455之間的定位靈活性。TPE中之一波紋管1105可促成電化學胞元之一匯流排相對於蓋子455自由移動，而幾乎沒有或沒有機械負載透過波紋管1105轉移。TPE亦可或代替性地可充當一墊片材料，用一徑向軟管夾密封件1104及/

或一凸緣密封件1106促成TPE與匯流排之間的機械密封，該凸緣密封件1106包含一螺母1107、墊圈1108及具有肩部之一螺紋螺柱1110。

【0142】 現參考圖12A及圖12B，在一些例項中，可密封GDE 404。例如，GDE 404可包含一塑膠圍阻件1202。GDE 404可為具有在GDE 404內部且空氣可傳遞至其中之一敞開空腔區域之一電極囊。在GDE 404之構建期間，GDE 404可相對於其操作定向反轉，且GDE 404之頂部邊緣之經反轉環氧樹脂密封可經執行以促成在構建之後空氣貫穿至GDE 404之主動區域。GDE 404囊可藉由與GDE 404之操作模式反轉發生之環氧樹脂灌封程序在頂部及最終邊緣上密封。液位可降得足夠高以潤濕電極區域且將其密封，且塑膠圍阻件1202可界定通路1203以引導空氣進入及離開以其他方式密封之GDE 404。

【0143】 圖13A係用於在一電極(例如，圖4B之GDE 404)之密封層壓期間將一流場1311壓製於適當位置之一例示性程序的一示意性表示。例如，在電極被密封在一起時，一流場可安裝於一雙面電極總成(例如，圖4B之GDE 404)中。將流場1311定位於兩個分開的電極片1310之間且施加熱量及/或壓力以在三側上密封圍繞流場1311之邊緣。電極之背層可自行密封。例如，在一第一步驟1301中，可提供兩個分開的電極片1310以及一流場1311，且流場1311可配置於兩個分開的電極片1310之間。在下一步驟1302中，可將一經加熱工具1312按壓至彼此上下對準之兩個分開的電極片1310，使得兩個分開的電極片1310在三側處被熔化在一起以在步驟1303形成經密封邊緣且用於一雙面電極總成1320 (例如，GDE 404)。

【0144】 圖13B係用於在一電極(例如，圖4B之GDE 404)之密封層

壓期間將一空氣流場壓製於適當位置之另一例示性程序之一示意性表示。圖13B之例示性程序類似於圖13A中展示之例示性程序，惟圖13B中展示之例示性程序包含使用具有與兩個分開的電極片1310之間的密封件重疊之一整合板之一流場1319除外。根據此方法，可藉由工具1312施加熱量及/或壓力以密封圍繞流場1319之邊緣，且流場1319之一塑膠邊界可充當密封介質以形成一雙面電極總成1330。

【0145】圖14C係用於將一流場1405插入至一預密封之電極總成1406中以形成一電極(例如，圖4B之GDE 404)之一例示性方法1400之一示意性表示。例如，具有經密封以形成一囊之三個接縫之一預密封之電極總成1406可具有根據例示性方法1400藉由將低表面能量塑膠之滑動片1403放置於流場1405之任一側上而安裝之一流場1405。來自一空氣管線1402之壓縮空氣可被吹送至預密封之電極總成1406中，使得藉由預密封之電極總成1406形成之囊可膨脹且滑動片1403及流場1405可被插入至預密封之電極總成1406之囊中。在安裝之後可移除滑動片1403，使得僅流場1405被留在由預密封之電極總成1406界定之囊中之適當位置。

【0146】現參考圖15A，流場1500可包含多孔介質，使得可用兩個電極板之間(例如，圖4C之GDE 404之第一部分404a與GDE 404之第二部分404b之間及/或圖4D之GDE 404'之第一部分404a'與第二部分404b'之間)的一低壓、高均勻性流形成一電極(例如，圖4B之GDE 404)。在流場1500中，使用不同孔隙率之開孔發泡體1503、1504、1505之對稱堆疊以促成控制跨表面之壓降，空氣可跨電極之一長且窄的主動區域實質上均勻地分佈。例如，開孔發泡體1503可具有低於開孔發泡體1504之密度，且開孔發泡體1505可具有高於開孔發泡體1503及開孔發泡體1504之各者之

一密度。空氣可在一入口開口1501處進入流場1500且在穿過開孔發泡體1503、開孔發泡體1504及/或開孔發泡體1505之後自一出口開口1502離開流場1500。流場1500亦可或代替性地將電極之兩個面彼此機械地及/或電隔離，提供供空氣進入電極之一機械空腔。在其中流場1500係由發泡體形成之例項中，流場1500可在其中包含銷以防止電極之兩個面彼此觸碰。

【0147】 圖15B展示一流場1510之運算流體動力學/有限元素分析模擬結果，其中使用具有一錐形幾何形狀之兩個對稱相對之過濾氈條以平衡跨一電極(例如，圖4C之GDE 404及/或圖4D之GDE 404')之入口至出口之壓降，空氣跨該電極之一長、窄的主動區域均勻地分佈。

【0148】 圖15C係一流場1515之一示意性表示。通常，流場1515類似於流場1510 (圖15B)，惟流場1515使用一垂直饋給及橫向定位之多孔介質條來控制及分配氣流除外。

【0149】 圖15D展示具有一低壓及高均勻性且使用不同高度之水平蛇形通道1521、1522、1523形成之一流場1520之運算流體動力學/有限元素分析模擬結果。流場1520可使用水平蛇形通道1521、1522、1523跨一電極之一長且窄的主動區域(例如，諸如在圖4C中之GDE 404之第一部分404a與GDE 404之第二部分404b之間及/或圖4D中之GDE 404'之第一部分404a'與第二部分404b'之間)實質上均勻分配空氣，該等水平蛇形通道1521、1522、1523可對稱地堆疊且自頂部至底部具有減小之高度以跨整個表面達成自入口至出口之一均勻路徑長度。流場1520亦可或代替性地抵抗溢流，因為流場1520之底部中之一電解質可能不阻塞至整個電極之流動。

【0150】 圖15E展示一流場1525之運算流體動力學/有限元素分析模擬結果，該流場1525包含藉由自流場1525之頂部延伸至流場1525之底部之一垂直入口饋給之垂直蛇形通道。空氣可向下饋給至流場1525之底部且跨遍及主動區域之主要部分之垂直蛇形通道分散直至出口。

【0151】 圖15F係一電極之一長、窄的主動區域之一示意性表示，該長、窄的主動區域包含自頂部至底部增加高度以形成一流場1530之手風琴摺疊部。更小、更限制性的通道係藉由朝向主動區域之頂部之彎曲部產生，而更開放的流動在流場1530之底部處發生。

【0152】 圖15G係一電極之一長、窄的主動區域之一示意性表示，該長、窄的主動區域包含自該電極之頂部至底部具有不斷增加間距以形成一流場1540之一梯形結構。

【0153】 在各電化學胞元中使用較少非活性材料有助於在不損失任何效能的情況下降低系統成本。一電化學胞元之一容器起到將電化學胞元之例項彼此隔離及提供用以保持電化學胞元之各例項之胞元形狀之結構的雙重目的。實現此功能性所需之材料量可導致與非活性材料相關聯之大成本。藉由將結構功能性自電化學胞元之個別例項之層級移動至模組之層級，容器之唯一目的可變為提供電絕緣。例如，此可藉由使用薄塑膠袋以容置各電化學胞元來達成，其中結構端壁將該等袋夾置在一起。此減少所需材料之量，從而降低總成本。

【0154】 圖16係包含由袋1605分離之一電化學胞元1602之複數個例項之一模組1600之一透視圖，且其中在模組1600之層級提供結構支撐。結構端壁1603可在其等之間支撐電化學胞元1602之複數個例項。電化學胞元1602之各例項可包含可支撐袋1605之一或多者之一蓋子1604。電化

學胞元1062之各例項之蓋子1604可一起連接至蓋子1604之其他例項及/或連接至結構端壁1603以形成彼此連接之電化學胞元1602之複數個例項之模組1600。

【0155】 在各項實施例中，可緊密地封裝容器中之電極(例如，圖4B之第一陽極總成402a、第二陽極總成402b、第一OEE 403a、第二OEE 403b及GDE 404)。陰極(例如，圖4B之第一OEE 403a、第二OEE 403b及GDE 404)可基於電化學胞元之充電或放電週期切換至相對於陽極(例如，第一陽極總成402a及第二陽極總成402b)循環，但不同時循環。需要陰極與陽極之電隔離以防止意外短路。至電化學胞元之添加劑可改良一個電極之效能，但可能對另一電極有害。將添加劑含至一電極周圍之一局部化區帶或降低添加劑滲透至電化學胞元之其他區帶之可能性或甚至防止添加劑滲透至電化學胞元之其他區帶之方法可能有利於電化學胞元之效能。

【0156】 圖17係包含一分離器1701及一陰極子總成1702 (例如，圖4B中之第一OEE 403a及/或第二OEE 403b)之一陰極1700之一示意性表示。作為一實例，分離器1701可包含呈片及/或一袋之形式之分離器材料。作為一特定實例，分離器1701可藉由摺疊一大片分離器材料且密封邊緣或獲取兩個個別分離器材料片且沿著三個邊緣將其等密封在一起來形成。因此，分離器1701可在頂部處敞開。陰極子總成1702可插入至分離器1701中。分離器1701可為離子導電的，容許離子自由地通過，但為電絕緣的以防止電極之間的電短路。此外或代替性地，分離器1701之材料可容許離子通過，而不容許電解質添加劑物種通過。此外或代替性地，分離器1701可能不可滲透藉由陰極子總成1702產生之氣泡，使得氣泡確實到達陽極(例如，圖4B中之第一陽極總成402a及/或第二陽極總成402b)。

同樣地，分離器1701之材料可能不可滲透來自陽極之氣泡，使得此等氣泡不到達陰極子總成1702。分離器1701之經密封底部亦可降低歸因於可能積聚於電化學胞元之底部處在電極之間的顆粒而引起之電短路的可能性或甚至防止該電短路。在另一實施例中，分離器1701之底部可為敞開的而非經密封，從而產生一類套筒設計。

【0157】 一電化學胞元之容器中之電極可能需要彼此電隔離。各電極在一不同電位下操作。一些電極不能在與系統中之其他電極相同之電位下操作。若一電極A與電極B之電位不相容，則該兩個電極之短路可導致任一電極之劣化。在循環期間，一些電極產生氣泡，該等氣泡可聚集且引起電極之間的阻塞。電極之間的阻塞可增加歐姆電阻，引起質量輸送問題，使一電極變乾從而導致效能損失，使一電極之表面局部惡化及/或對胞元具有其他負面影響。此外或替代性地，特定電極操作電位可導致用作分離器材料之塑膠之劣化且可導致短路。

【0158】 各項實施例可包含一支座及分離器以降低充電電極(例如，第一陽極總成402a及第二陽極總成402b以及第一OEE 403a及第二OEE 403b之任一者)之間的短路之可能性。

【0159】 現參考圖18A及圖18B，電化學胞元400可包含一分離器1801、一第一支座1802及一第二支座1803。第一支座1802可安置於OEE與陽極之間，且第二支座1804可安置於GDE 404與第一OEE 403a之間。分離器1801及第二支座1803可安置於第一OEE 403a與第一陽極總成402a之間。分離器1801降低第一陽極總成402a與第一OEE 403a之間短路之可能性。第二支座1803可提供使充電期間產生之氧氣泡自主動表面垂直排出之空間。第二支座1803之材料可與第一OEE 403a之電位相容。分離器

1801與第一OEE 403a之間的第二支座1803可消除或至少減少分離器1801及第一OEE 403a之材料相容性問題。展示第一陽極總成402a及第一OEE 403a，但應理解，此外或替代性地，類似支座及分離器可安置於GDE 404與第二OEE 403b之間及第二OEE 403b與第二陽極總成402b之間。為了清楚說明及高效描述，此等不分開描述。

【0160】 在某些實施方案中，分離器1801可為一片分離器材料。例如，分離器1801之材料可為離子導電的，容許離子自由地通過，但為電絕緣的以防止電極之間的電短路。此外或代替性地，分離器1801之材料可容許離子通過，而不容許電解質添加劑物種通過。此外或代替性地，分離器1801可能不可滲透藉由第一OEE 403a及/或GDE 404產生之氣泡，使得氣泡確實到達第一陽極總成402a。同樣地，分離器1801之材料可能不可滲透來自第一陽極總成402a之氣泡，使得此等氣泡不到達第一OEE 403a及/或GDE 404。此外或代替性地，雖然分離器1801經展示為安置於第一陽極總成402a上，但應瞭解，分離器1801可經支撐於第一OEE 403a上及/或電化學胞元400之一或多個結構組件上。此外或代替性地，分離器1801可安置於GDE 404與第一OEE 403a之間。又進一步或代替性地，應理解，可能存在安置於電化學胞元400內之分離器1801之多於一個例項，如對於限制氣泡及/或電解質添加劑物種在電化學胞元400內之移動同時容許離子在電化學胞元400內移動可為有用的。

【0161】 現參考圖19，電極可以支援胞元效能之一方式定位於一電化學胞元之一容器中。例如，一電極固持件19可支撐一或多個電極(例如，圖4B之容器401中之GDE 404、第一陽極總成402a、第一OEE 403a、第二陽極總成402b及第二OEE 403b)之部分。電極固持件19可(例

如)經擠出。此外或代替性地，電極固持件1902可以第一陽極總成402a及第二陽極總成402b在電化學胞元之底部處之位置為基準。電極固持件1902之底部處之壁可限制第一陽極總成402a及第二陽極總成402b可平移朝向陰極堆疊之距離以設定電極間距且降低壓碎陰極(GDE 404、第一OEE 403a及第二OEE 403b)之可能性。

【0162】 在一些實施例中，可在不使用一分離器之情況下構建一金屬空氣電池(諸如鐵空氣電池)，且可分離該金屬空氣電池中之電極以防止短路。在一些實施例中，電化學胞元之實體設計可提供所需電極間隙，而無需電極之間使用特定分離器材料。尤其在所需電極間隙的距離可為幾毫米之鐵空氣電池中，無分離器組態可為有利的。

【0163】 現參考圖20A，一網格支座2002可安置於兩個電極之間，該兩個電極經展示為電極A及電極B且應被理解為包含本文中描述之任兩個電極。電極之間隙起作用以防止電短路。間隙亦界定必須閉合以引起一短路之最小長度。在電極A與電極B之間使用網格支座2002界定主動面之間隙。網格支座2002之垂直部件可大於網格支座2002之水平部件。此容許電極A與電極B之間隙大於一物品將需要橋接以使電極短路之感知間隙。

【0164】 現參考圖20B，一波紋狀支座2003可用於分離兩個電極(例如，本文中描述之任兩個電極)。波紋狀支座2003之波紋之孔及間距可為一短路本體形成一曲折路徑，而平面圖具有一高開放區域以降低電極之間的阻塞之可能性。

【0165】 現參考圖20A及圖20B，支座可有助於氣泡管理。在操作期間，在電化學胞元內產生氣泡。此等氣泡係循環之產物，但可能對電化

學胞元之效能產生負面影響。例如，氣泡可聚集且引起胞元中之阻塞，使電極變乾從而導致劣化，且潛在地引起對特定陽極之表面損壞。用於電隔離之支座可促成管理氣泡。例如，波紋狀支座2003可提供使氣泡從電化學胞元排出之垂直通道。作為另一實例，網格支座2002之水平部件可與垂直部件亞齊平，以界定使氣泡從電化學胞元排出之通道。

【0166】 必須從電化學胞元攜帶出自電極產生之氣泡，同時限制歐姆損耗、最小化電流分佈之不均勻性且對成本最佳化。各項實施例可包含電極電流收集。

【0167】 現參考圖21，可使用若干方法來減少沿著電極高度之歐姆壓降且改良電極之平面中之電流均勻性。此等方法可包含：中斷在電極之主動場中對實心導電區段之膨脹程序；中斷膨脹程序以產生實心區段且形成實心區段(諸如摺邊)以在網格中產生3D匯流排；在膨脹後，在電極之主動場中增設匯流排；在將包覆導線接合至經膨脹網格之後；及上述之各種組合。此外，經識別以減少沿著電極高度之歐姆壓降且改良電極之平面中之電流均勻性之方法可包含定向一經膨脹網格及設定該經膨脹網格之大小以最小化歐姆壓降。

【0168】 在電流沿著一電極之長度聚集時，可形成濃度梯度。此等濃度梯度對電化學胞元之效率產生負面影響。

【0169】 現參考圖22，各項實施例可包含陽極電流收集方法。為抵消歸因於電極之頂部處之電流收集而引起之濃度梯度，在一個電極之底部及相對電極之頂部處收集電流使相鄰電極之濃度梯度相對於彼此反轉。此可容許更佳利用各電極且減少歸因於匹配濃度梯度之低效率。

【0170】 各項實施例可包含分佈式電極切換架構。具有一單個開關

來操作電池之大電池格式可能需要在長距離內匯流電流。此可引發高損耗，此降低效率且增加系統中之熱量產生。

【0171】 現參考圖23A至圖23D，電極切換控制裝置之態樣可支援分佈式電極切換。並聯之多個開關可在一較大PCB上跨電化學胞元之寬度分佈，如圖23B至圖23D中展示，而非如圖23A中展示在一小印刷電路板(PCB)上之一單個集中式開關。在此實例中，GDE及OEE存在四個分開的開關「島狀物」，且陽極存在兩個「島狀物」。可透過PCB（例如，圖4B中之電子器件結構450）進行並聯連接。此可顯著降低歸因於匯流電流引起之損耗。在一個組態中，開關元件群組可安裝至一單個大PCB。替代性地，若干較小、獨立的PCB可彼此連接。切換可用固態開關元件(MOSFET)完成，但其亦可或代替性地用機械或電化學繼電器完成。在具有繼電器之變動中，所有繼電器可經由一單個機械連桿組系統連接。此可減少或完全消除對一胞元級PCB之需要。

【0172】 圖24A至圖25H係根據各項實施例之胞元除霧、阻燃及氫氣管理之態樣之示意性表示。

【0173】 圖24A及圖24B展示一電化學胞元(例如，圖4A中之電化學胞元400)之一容器之一頂部部分及至一排氣孔之一過濾器附件之示意性表示。圖24C係用於在一電化學胞元(例如，圖4A中之電化學胞元400)之一容器之一頂部空間2405中將氫及氧重組成水之一方法之一示意性表示。

【0174】 現參考圖24A至圖24C，容器401之側面上之排氣孔可包含一阻燃器2402，該阻燃器2402可起到若干功能之任一或多者的作用，包含悶熄任何點燃之火焰以降低一連鎖性爆炸之可能性、收集電解質霧以將電解質保持於容器401之體積內，及粗濾(straining)在操作期間可能在電

化學胞元中形成之任何鹽漬或碎屑。阻燃器2402在容器401之側面上之位置可使得霧更難從胞元逸出，使得一除霧器之功效不那麼關鍵。即，此外或替代性地，阻燃器2402可起到霧收集之作用。圖24A中展示之速度「u」係來自電化學胞元中之氣體產生。當在充電時產生氣體時，在電解質表面處氣泡爆裂，產生攜帶電解質液體之一霧。為減輕與此霧相關聯之電解質液位損失，一過濾器2404可經支撐於阻燃器2402上以促成將液體與氣體分離以將電解質保持於電化學胞元內。在此組態中，速度「u」應被理解為與跨頂部空間2405抽吸空氣以經由強制對流將在電解質體積中產生之氣體攜帶出電化學胞元相關聯。為移除在電化學胞元中產生之爆炸性氣體，可將一催化劑供應至頂部空間2405以將一爆炸性 H_2/O_2 混合物組合成水。此可促成僅使用電化學胞元上之一排氣孔，而非其中經由強制對流將爆炸性氣體掃出容器401之一管道解決方案。

【0175】 現參考圖25A，在胞元充電期間，氫氣可產生且填充蓋子455下方之頂部空間2405。此氣體混合物在足夠高的氫氣濃度下可為爆炸性的。為了安全性及可靠性，電化學胞元可降低頂部空間2405中之氫氣之一潛在點燃可傳播至相鄰電化學胞元或以其他方式損壞相鄰電化學胞元之可能性。

【0176】 一種降低氫氣之點燃傳播至相鄰電化學胞元之可能性之方法可為減小頂部空間2405'之大小，使得在任何時候僅少量氫氣可存在於頂部空間2405中。氫氣可透過電化學胞元之一側上之一排氣埠2506從頂部空間2405'之小體積排出。由於頂部空間2405'中之壓力將與流體地耦合至排氣埠2506之歧管之環境壓力相等，因此每頂部空間面積之氫百分比保持恆定。因此，藉由減小頂部空間面積，可用於一燃燒事件之氫氣之量

減少。

【0177】 現參考圖25C，在一些實施例中，蓋子455可充當一釋壓盤。一種最小化由電化學胞元400所經歷之最大壓力之方式可為併入在一預定壓力下敞開之一或多個釋壓特徵。此可降低電化學胞元可能超過此預定壓力值之可能性。蓋子455可具有一大表面，該大表面與容器401具有一小接合線。該接合線可在一預定壓力下破裂，如對於在一氫氣事件期間控制破裂模式可為有用的。由於蓋子455高於電解質液位且垂直於所有相鄰電化學胞元，因此蓋子455與容器401之間的額此小接合線之一破裂將不太可能引起電解質損失或對相鄰電化學胞元之損壞。

【0178】 現參考圖25D，在各項實施例中，蓋子455之TPE密封特徵可用作剔除(knockout)排氣孔。一種用於將匯流排密封至蓋子455之技術包含使用可撓性熱塑性彈性體(TPE)特徵，諸如波紋管1105。此等可撓性特徵破裂時之應力可能遠低於與可構成電化學胞元之容器之其餘部分之硬熱塑性塑膠相關聯之破裂應力。藉由將此等TPE特徵設計為在一特定頂部空間壓力下破裂，可控制一氫氣點燃事件期間之破裂模式及最大壓力。由於此等TPE特徵高於電解質液位且垂直於所有相鄰電化學胞元，因此在此等點處之一破裂將不太可能引起電解質損失或對相鄰電化學胞元之損壞。

【0179】 現參考圖25E，在各項實施例中，可提供多個頂部空間以促成管理氫氣事件。藉由限制點燃點處存在之氫氣之量，可最小化或至少控制在點燃事件期間之最大壓力。使用蓋子455以在容器401內界定分開的空腔2503可將可用於點燃之氫氣之量限制至一單個較小頂部空間區段。此等分開的空腔2503可完全圍阻壓力事件。替代性地，此等分開的空腔2503可容許分開的空腔2503之間的傳播，此將導致多個點燃事件，

但具有在一較長時段內分散開之一降低之最大壓力(相較於在標稱頂部空間體積中之一單個點燃事件)。

【0180】 現參考圖25F及圖25G，氣體可被輸送至特定空間中以管理氫氣事件。例如，藉由將所產生之氫氣輸送至不含匯流排或其他點燃源之一區域中，一氫氣相關壓力事件之概率可連同頂部空間中之可用於燃燒之氫氣之量一起顯著降低。藉由利用不可滲透氫氣之一浮動表面2508，電解質液位可能夠在電化學胞元之充電/放電週期內改變，而不改變可用於氫氣之頂部空間體積。

【0181】 現參考圖25H，為管理氫氣事件，可強化容器401以倖存於與一氫氣點燃事件相關聯之一最大壓力。強化容器401以倖存於在一氫氣點燃事件期間產生之最大壓力可降低氫氣點燃可影響周圍電化學胞元之可能性。

【0182】 圖26A至圖26C係陽極總成(例如，圖4B中之第一陽極總成402a及/或第二陽極總成402b)之態樣之示意性表示。

【0183】 現參考圖26A，一陽極總成可為一熱壓縮陽極(HCA)結構。HCA結構之結構及電流收集器可由衝壓成一「盤狀」形狀之金屬片製成，其中固體背襯背離電化學胞元中之陰極。匯流排可焊接至片盤之最上邊緣。此等「片盤」設計之優點可包含：盤可用陽極材料(例如，粉末狀鐵、DRI、添加劑)預填充(在壓製及燒結之前)，而無需二次成型；盤之背部可為無孔的，此可能有利於導電率(相對於經穿孔或經膨脹)；實心鋼片背襯及側面可保護陽極總成免受處置相關損壞；及/或實心頂部可提供用於焊接匯流排之一表面。

【0184】 現參考圖26B，一匯流排可附接至盤之頂部以使電流自電

極通過蓋子。可使用一圓形低碳鋼匯流排，此係因為其：容易焊接至盤(如金屬一樣)；一相對低成本導體(與Cu導體相當)；在陽極電位下電化學相容，因此不需要被囊封；結構堅固以用於提升及移動陽極及電化學胞元；及使用機械密封件(例如，墊片及軟管夾)在蓋子處容易密封。匯流排附接之方法可包含：電阻螺柱焊接；片盤中之螺紋桿+螺母；及/或點焊至片盤上之突片。

【0185】 現參考圖26C，一陽極之網格/圍阻附件可包含一多孔鋼片(通常經穿孔或經膨脹)以圍阻可變得脫落之陽極之任何>1 mm大小粒子。此等粒子可引起給水系統中之短路或堵塞。

【0186】 一鹼性電化學胞元內之化學反應可導致電解質霧佈滿胞元頂部空間。此霧可導致導電電解質從胞元逸出且污染周圍區域。為降低此蠕變之可能性，在蓋子與容器之間產生一氣密密封可能對電化學胞元之功能性至關重要。然而，歸因於接縫之長度，產生此密封可能很困難。

【0187】 圖27A至圖27D係蓋子至容器密封(例如，圖4B中將蓋子455密封至容器401)之態樣之示意性表示。

【0188】 現參考圖27A，歸因於兩個部分之大小及/或使用較低容限製造方法(吹塑模製)用於容器之具成本效益之製造，蓋子455與容器401之間的密封可能需要能夠考量蓋子與容器之間的大尺寸容限。在密封程序期間在蓋子455與容器401之間所需之夾持力可能需要與容器401之壁隔離(例如，在其中容器401之壁太脆弱之例項中)及/或與電化學胞元子組件之其他組件隔離。此外或代替性地，蓋子455與容器401之間的密封之特徵可能需要配裝於容器401之現有X、Y及Z定界框內。

【0189】 現參考圖27B，焊接(例如，熱氣焊接或雷射焊接)可用於

將蓋子455密封至容器401。此一實施方案之顯著特徵可包含：用以彌補兩個部分之間的任何容限之一焊縫；容器401中之一凸緣，其提供一夾持表面以降低焊接程序期間之任何夾持傳播至容器401之可能性；蓋子455上之內部支撐壁降低容器401在一焊接程序期間滑動之可能性；及容器401在凸緣點處之經增加厚度。最小化容器401之厚度對於降低胞元之非活性材料成本可為至關重要的。有鑑於此，容器401之標稱壁厚度可比用於焊接之最佳壁厚度更薄。藉由在吹塑模製程序期間利用型坯(parison)程式設計，可在容器401之一特定高度視窗中增加容器厚度。以容器401之頂部凸緣而非容器401之底部為基準可移除或至少減少對容器401之高度之嚴格容限之需要，在一些例項中，該高度可為約1 m。

【0190】 現參考圖27C，蓋子455可使用一熱氣焊接接頭幾何結構密封至容器401。此一熱氣焊接接頭幾何結構之顯著特徵可包含：容許容器401之頂部邊緣之一大位移以考量該表面上之任何容限缺乏之有角度開口；容器401中之凸緣提供一夾持表面以降低夾持力意外向下傳播至容器401中之可能性；蓋子455上之內部支撐壁可降低容器401在焊接程序期間滑動之可能性；及以容器401之頂部凸緣而非容器401之底部為基準可移除或至少減少對容器401之高度(例如，約1 m)之嚴格容限之需要。

【0191】 現參考圖27D，容器401可包含可撓性壁以促成在蓋子455與容器401之間達成大的可用重疊。利用容器401之可撓性壁來達成蓋子455與容器401之間的大的可用重疊可適用於本文中描述之所有焊接幾何結構(諸如圖27B及圖27C之彼等)。為促成最佳化電化學胞元之覆蓋區，電化學胞元之定界尺寸可由電化學胞元之子堆疊(陽極+陰極)之尺寸驅動，其中額外區域僅被分配用於容器壁厚度及冷卻通道。容器401之凸緣

與蓋子455之間的重疊表面可能太小而不能進行可靠的塑膠焊接。藉由利用容器401之可撓性，在子堆疊與容器401之頂部區段之間具有一標稱干擾可變得可能，此係因為容器401可在插入程序期間變形以容許子堆疊滑入。

【0192】 現參考圖28，一陽極(例如，圖4B中之第一陽極總成402a及/或第二陽極總成402b之第二例項)可作為一電化學胞元之一主要結構部件操作。即，歸因於相對於其他胞元組件之質量及剛度，一電化學胞元之陽極可用作電化學胞元之結構骨幹。降低材料成本意謂減少材料，且並非所有組件及密封件能夠耐受在提升或操作期間所見之力。在提升之情況下，電化學胞元可由陽極提升，陽極可透過陰極之塑膠部分上之特徵來支撐陰極之重量。蓋子可由陰極塑膠支撐，且僅容器至蓋子接縫必須耐受容器之重量。在操作期間，陽極之重量可透過陽極與陰極塑膠之間的摩擦來抵消GDE中之浮力。束帶可將陽極限制於塑膠。GDE塑膠之所得摩擦抵消浮力。

【0193】 最小化或減少各電化學胞元中使用之非活性材料可有助於在不損失任何效能的情況下降低系統成本。電化學胞元之一典型容器起到將胞元彼此隔離及提供用以保持電化學胞元之形狀之結構之雙重目的。實現此功能性所需之材料量可導致與非活性材料相關聯之大成本。

【0194】 現參考圖29，展示用作胞元容器之陽極之態樣之示意性表示。陽極可包含包封於一鋼盤中之一金屬(諸如鐵)。利用陽極之結構來實現電化學胞元之容器之結構功能性，而非依靠一分開的容器來容置所有組件，可自電化學胞元移除大量非活性材料。一介電質塗層可施覆至鋼陽極罩殼以提供電絕緣。冷卻通道可併入至經衝壓容器中以實現熱系統氣流要

求。此可促成降低與非活性胞元材料及零件製造相關聯之成本。

【0195】 各項實施例可包含用於模組冷卻及結構之吹塑模製設計。在各項實施例中，電化學胞元之容器可具有促成達成所需胞元冷卻之幾何形狀。此外或代替性地，容器可使電化學胞元電絕緣。容器可為鹼性電解質相容的。容器可界定氣密密封之一空腔。容器可耐受作用於容器上之力(諸如具有1.5之一安全因數)。容器可抑制來自液體電解質之流體靜力。容器可容納用於冷卻之氣流。

【0196】 在各項實施例中，電化學胞元之一容器可包含一冷卻通道幾何形狀，該冷卻通道幾何形狀隨著胞元高度而變化以促成將更多冷卻引導朝向電化學胞元之頂部，其中歸因於自然對流，電解質傾向於更熱。此外或代替性地，變化的冷卻通道幾何形狀可最大化朝向其中流體靜力負載更高之電化學胞元之底部之容器壁強度。在此等實施例中，容器可為一多功能組件、輸送機械結構、熱冷卻通道及/或電解質圍阻。

【0197】 圖30係在電化學胞元之間使用強制空氣冷卻之一模組之熱管理之一示意性表示。在一些實施方案中，可藉由使空氣沿著容器之面移動朝向電化學胞元之一模組之一中心來達成電化學胞元之容器之間的強制空氣冷卻。

【0198】 圖31係一電化學胞元之一容器之態樣之一示意性表示。電化學胞元之容器可為吹塑模製之高密度聚乙烯(HDPE)，當容器之多個例項在一模組中(諸如在模組502 (圖5B)中所展示)寬度面對寬度面(即，y維度對y維度)配置時，該吹塑模製之高密度聚乙烯(HDPE)提供電解質圍阻且在容器之相鄰例項之間界定空氣冷卻通道。容器上之肋可彼此實體相互作用以在其等之間界定空氣冷卻通道，如圖31之y軸分解視圖部分中所展

示。

【0199】 圖32係一電化學胞元之一吹塑模製之容器之一透視圖，且圖33展示跨圖32之吹塑模製之胞元容器之氣流之運算流體動力學/有限元素分析模擬結果。容器401之材料可為任何合適材料，諸如HDPE、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(ABS)、聚丙烯(PP)、聚對苯二甲酸乙二醇酯(PET)等。容器401可藉由吹塑模製製造。作為一實例，容器401可具有1.5 mm之一標稱壁厚度。此外或替代性地，容器可經設定尺寸或以其他方式形成以在填充有苛性電解質時具有至少20年之一使用壽命。容器401可耐受容器之底部處之15 kPa之一流體靜力負載。容器401可經組態以倖存於-30°C至40°C之一環境溫度範圍。在各項實施例中，容器401可具有一系列肋3203，該系列肋3203在肋3203之連續例項之間藉由不同通道高度(例如，CH1、CH2、CH3、CH4、CH5等)之通道間隔開。容器401之幾何形狀可隨著容器401之高度而變化以滿足氣流要求及空間約束，同時考慮隨著容器401內之電解質深度而增加流體靜力負載。例如，通道高度CH1至CH5可在自容器401之底部處之8 mm至容器401之頂部處之35 mm之範圍內以在底部處提供壁強度且在頂部處提供冷卻區域。容器401可包含朝向容器401之頂部之一凹痕3202以提供用於給水系統之空間。容器401之底部處之全半徑3204可減小壁應力。容器401之肋3203可界定彼此平行且可外接容器401之複數個通道。在平行流組態中跨容器之壓降可小於或等於150 Pa且運算流體動力學/有限元素分析指示壓降可為58 Pa，對容器之最高溫度之要求可小於或等於45°C且運算流體動力學/有限元素分析指示容器之最高溫度可為39°C，且對最大壁應力之要求可小於或等於1.2 MPa且有限元素分析結果指示最大壁應力可為1.1 MPa。

【0200】 圖34係界定彎曲通道之一容器3400之一透視圖。容器3400可類似於容器401 (圖4A)，惟容器3400可界定彎曲通道除外。當電化學胞元配置於一模組中時，容器3400之各側上之通道之反向曲線方向可降低干擾相鄰電化學胞元之通道之可能性。

【0201】 圖35係跨電化學胞元之一模組之連續氣流之一示意性表示。在此等實施方案中，空氣可被拉過模組之電化學胞元之兩列而非被拉至模組之中心。此可節省空間且減少(例如，減少一半)模組之每滑道所需之充氣部之數目。

【0202】 圖36係一模組(諸如圖5B中之模組502)內之一列中之容器401之經堆疊例項n1至n4之一平行流組態之一示意性表示。寬面(在y維度上延伸之彼等)可配置成朝向彼此。容器401之多個例項可在一模組之外部支撐結構內機械地堆疊成一列。當容器401之複數個例項彼此相鄰地堆積時，容器401可支撐容器401之側壁上之液體壓力負載。容器401之複數個例項可堆疊成具有任何長度之一列，從而提供一模組之電化學胞元之串長度之靈活性。個別地，電化學胞元在填充有電解質時可能無法獨立站立及/或將經歷側壁偏轉。然而，在一模組總成中，容器401之各例項可藉由容器401之相鄰例項及/或藉由模組級機械結構穩定化。容器401之肋3203可支撐由容器401之相鄰例項施加之機械負載或壓力。此機械架構可促成滿足具有低量之非活性材料及低材料成本之機械設計要求。

【0203】 容器401之材料可為任何合適材料，諸如HDPE、ABS、聚丙烯、PET等。HDPE可為低成本及電解質相容的。ABS可係易於接合、可焊接且電解質相容的。聚丙烯可係低成本及電解質相容的。PET可具有一高強度與成本比。

【0204】 前述方法描述及程序流程圖僅作為闡釋性實例提供且不旨在要求或暗示各項實施例之步驟應按所呈現之順序執行。如熟習此項技術者將瞭解，前述實施例中之步驟之順序可按任何順序執行。諸如「此後」、「接著」、「接下來」等之字詞並不旨在限制步驟之順序；此等字詞僅用於透過方法之描述指引讀者。此外，對單數形式之請求項要素之任何引用(例如，使用冠詞「一(a/an)」或「該」)不應被解釋為將要素限於單數形式。在本文中，「大約」可係指+/- 5%之一範圍。

【0205】 此外，本文中描述之任何實施例之任何步驟可用於任何其他實施例中。提供所揭示實施例之前文描述以使熟習此項技術者能夠製作或使用發明申請專利範圍。熟習此項技術者將易於明白對此等實施例之各種修改，且在不脫離發明申請專利範圍之範疇的情況下，本文中定義之一般原理可應用於其他實施例。因此，本發明並不旨在限於本文中展示之實施例，而是應符合與以下發明申請專利範圍以及本文中所揭示之原理及新穎特徵一致之最廣範疇。

【符號說明】

【0206】

- 101: 發電系統
- 102: 發電源
- 104: 長持續時間能量儲存(LODES)系統
- 106: 第一控制系統
- 108: 第二控制系統
- 110: 電力控制裝置
- 112: 發電廠控制器

115: 電力網

120: 網路

121: 發電廠管理系統

122: 伺服器

124: 運算裝置

130: 傳輸設施

158: 第三控制系統

160: 短持續時間能量儲存(SDES)系統

201: 發電系統

202: 發電源

204: 長持續時間能量儲存(LODES)系統

210A: 電力控制器

210B: 電力控制器

210C: 電力控制器

212A: 發電廠控制器

212B: 發電廠控制器

212C: 發電廠控制器

215: 電力網

220: 網路

221: 發電廠管理系統

230A: 傳輸設施

230B: 傳輸設施

230C: 傳輸設施

- 231A: 發電廠
- 231B: 發電廠
- 231C: 發電廠
- 260: 短持續時間能量儲存(SDES)系統
- 370: 電池
- 371: 容器
- 372: 氣體擴散電極(GDE)
- 373: 陽極
- 374: 電解質
- 375: 電流收集器
- 400: 電化學胞元
- 400': 電化學胞元
- 401: 容器
- 401': 容器
- 402a: 第一陽極總成
- 402a': 第一陽極總成
- 402b: 第二陽極總成
- 402b': 第二陽極總成
- 403: 析氧電極(OEE)
- 403a: 第一析氧電極(OEE)
- 403a': 第一析氧電極(OEE)
- 403b: 第二析氧電極(OEE)
- 403b': 第二析氧電極(OEE)

404: 氣體擴散電極(GDE)

404': 氣體擴散電極(GDE)

404a: 第一部分

404a': 第一部分

404b: 第二部分

404b': 第二部分

450: 電子器件結構

451: 第一支座元件

452: 第二支座元件

453: 束帶

454: 電極固持件

455: 蓋子

497: 電解質

501: 模組

502: 模組

503: 模組

504: 模組

602: 下部結構

603: 壁

604: 壁

605: 圍封殼

606: 壁

607: 壁

608: 輔助區域
610: 穿孔
611: 頂壁
612: 門
614: 門
616: 模組隔間
702: 系統
703: 共用輔助區域
710: 圍封殼
715: 連接
750: 系統
803: 熱管理管道/管路系統
804: 電系統連接組態
805: 電連接
806: 氣體擴散電極(GDE)空氣系統
807: 空氣連接
808: 水及/或電解質系統
809: 流體連接
902: 熱管理管道/管路系統組態
904: 電系統連接
906: 氣體擴散電極(GDE)空氣系統連接
908: 水及/或電解質系統連接
910: 第二電系統連接

- 1003: 熱管理管道/管路系統
- 1004: 電系統
- 1005: 電連接
- 1006: 氣體擴散電極(GDE)空氣系統
- 1007: 空氣連接
- 1008: 水及/或電解質系統
- 1009: 流體連接
- 1102: 環氧樹脂
- 1103: 陰極空氣管
- 1104: 徑向軟管夾密封件
- 1105: 波紋管
- 1106: 凸緣密封件
- 1107: 螺母
- 1108: 墊圈
- 1110: 具有肩部之螺紋螺柱
- 1202: 塑膠圍阻件
- 1203: 通路
- 1301: 第一步驟
- 1302: 下一步驟
- 1303: 步驟
- 1310: 電極片
- 1311: 流場
- 1312: 經加熱工具

1319: 流場
1320: 雙面電極總成
1330: 雙面電極總成
1400: 方法
1402: 空氣管線
1403: 滑動片
1405: 流場
1406: 預密封之電極總成
1500: 流場
1501: 入口開口
1502: 出口開口
1503: 開孔發泡體
1504: 開孔發泡體
1505: 開孔發泡體
1510: 流場
1515: 流場
1520: 流場
1521: 水平蛇形通道
1522: 水平蛇形通道
1523: 水平蛇形通道
1525: 流場
1530: 流場
1540: 流場

1600: 模組
1602: 電化學胞元
1603: 結構端壁
1604: 蓋子
1605: 袋
1700: 陰極
1701: 分離器
1702: 陰極子總成
1801: 分離器
1802: 第一支座
1804: 第二支座
1902: 電極固持件
2002: 網格支座
2003: 波紋狀支座
2402: 阻燃器
2404: 過濾器
2405: 頂部空間
2405': 頂部空間
2503: 空腔
2506: 排氣埠
2508: 浮動表面
3202: 凹痕
3203: 肋

3204: 全半徑

3400: 容器

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種電化學胞元，其包括：

一容器；

一陽極總成之至少兩個例項；

一析氧電極(OEE)之至少兩個例項；及

一氣體擴散電極(GDE)，其中，在該容器中，該 GDE 安置於該 OEE 之該至少兩個例項與該陽極總成之該至少兩個例項之鏡像配置之間。

【請求項2】

如請求項1之電化學胞元，其中，自該容器之一側至該容器之另一側，該等鏡像配置包含該陽極總成之一第一例項、該 OEE 之一第一例項、該 GDE、該 OEE 之一第二例項及該陽極總成之一第二例項。

【請求項3】

如請求項1之電化學胞元，其中，自該容器之一側至該容器之另一側，該等鏡像配置包含該 OEE 之一第一例項、該陽極總成之一第一例項、該 GDE、該陽極總成之一第二例項及該 OEE 之一第二例項。

【請求項4】

如請求項1之電化學胞元，其進一步包括安置於該容器中之一電解質，其中該陽極總成之該至少兩個例項、該 OEE 之該至少兩個例項及該氣體擴散電極各至少部分浸入於該容器中之該電解質中。

【請求項5】

如請求項1之電化學胞元，其中該容器包含含有一嵌套槽之一蓋子、

波紋管、一凸緣密封件、一熱焊接接頭及/或一雷射焊接接頭。

【請求項6】

如請求項1之電化學胞元，其中該GDE界定該GDE之兩個面之間的一空氣通路。

【請求項7】

如請求項1之電化學胞元，其中該GDE係在三個邊緣上密封之一雙面電極，且該雙面電極包含兩個電極片及其等之間的一流場。

【請求項8】

如請求項7之電化學胞元，其中該流場包含不同孔隙率發泡體之一堆疊、過濾氈條、蛇形通道、摺疊通道或其等之一組合。

【請求項9】

如請求項7之電化學胞元，其中該流場機械地及電氣地分離該雙面電極之兩個面。

【請求項10】

如請求項7之電化學胞元，其進一步包括一分離器材料袋、一或多個支座及/或支撐該容器中之該陽極總成之該至少兩個例項、該GDE及該OEE之該至少兩個例項之一電極固持件。

【請求項11】

如請求項1之電化學胞元，其中該容器包含提供分佈式電極切換之一電子器件結構。

【請求項12】

如請求項1之電化學胞元，其中該容器包含與該容器之一頂部空間相關聯之一胞元除霧結構及/或一阻燃器結構。

【請求項13】

如請求項1之電化學胞元，其中該陽極總成之該至少兩個例項包含金屬衝壓片。

【請求項14】

如請求項1之電化學胞元，其中該陽極總成之該至少兩個例項、該OEE之該至少兩個例項及該GDE各被限制而不在該容器中相對於彼此移動。

【請求項15】

如請求項1之電化學胞元，其中該容器之外壁係由該陽極總成之該至少兩個例項形成。

【請求項16】

如請求項1之電化學胞元，其中該容器包含在該容器之外壁上之複數個肋，該複數個肋彼此間隔開以在連續肋之間界定複數個通道。

【請求項17】

如請求項16之電化學胞元，其中該複數個通道具有在自該容器之一底部部分處之一較小高度至該容器之一頂部部分處之一較大高度之範圍內之不同高度。

【請求項18】

如請求項16之電化學胞元，其中該容器係由吹塑模製之高密度聚乙烯(HDPE)、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(ABS)、聚丙烯(PP)或聚對苯二甲酸乙二醇酯(PET)形成。

【請求項19】

如請求項1之電化學胞元，其中該容器係由一模組實體地支撐之一

袋，該電化學胞元可插入至該袋中。

【請求項20】

如請求項1之電化學胞元，其進一步包括一分離器，其中該分離器係安置於該OEE之一個例項與該GDE之間及/或該OEE之一個例項與該陽極總成之一個例項之間的一片。

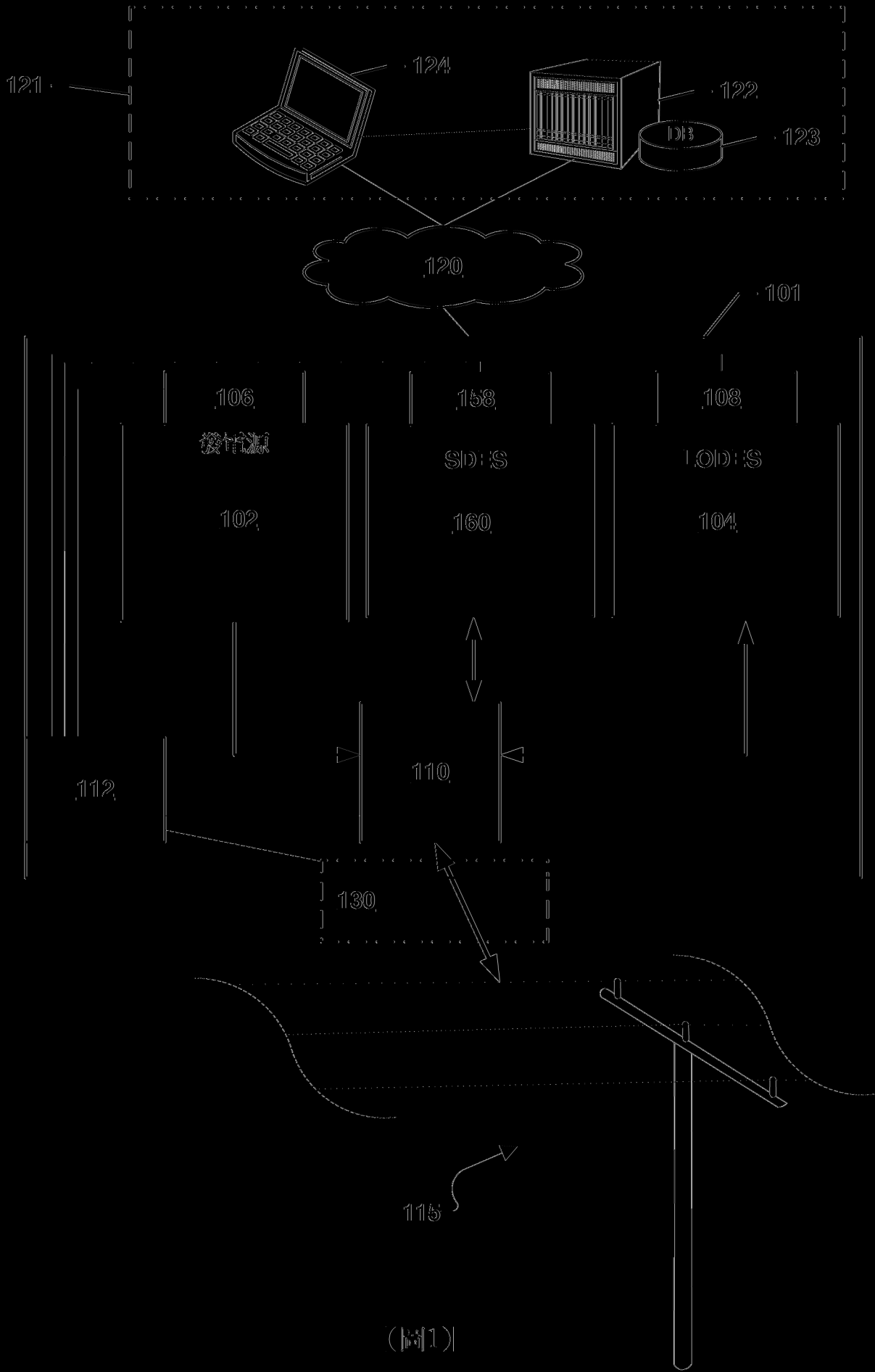
【請求項21】

如請求項20之電化學胞元，其中該片經支撐於該OEE之一個例項上。

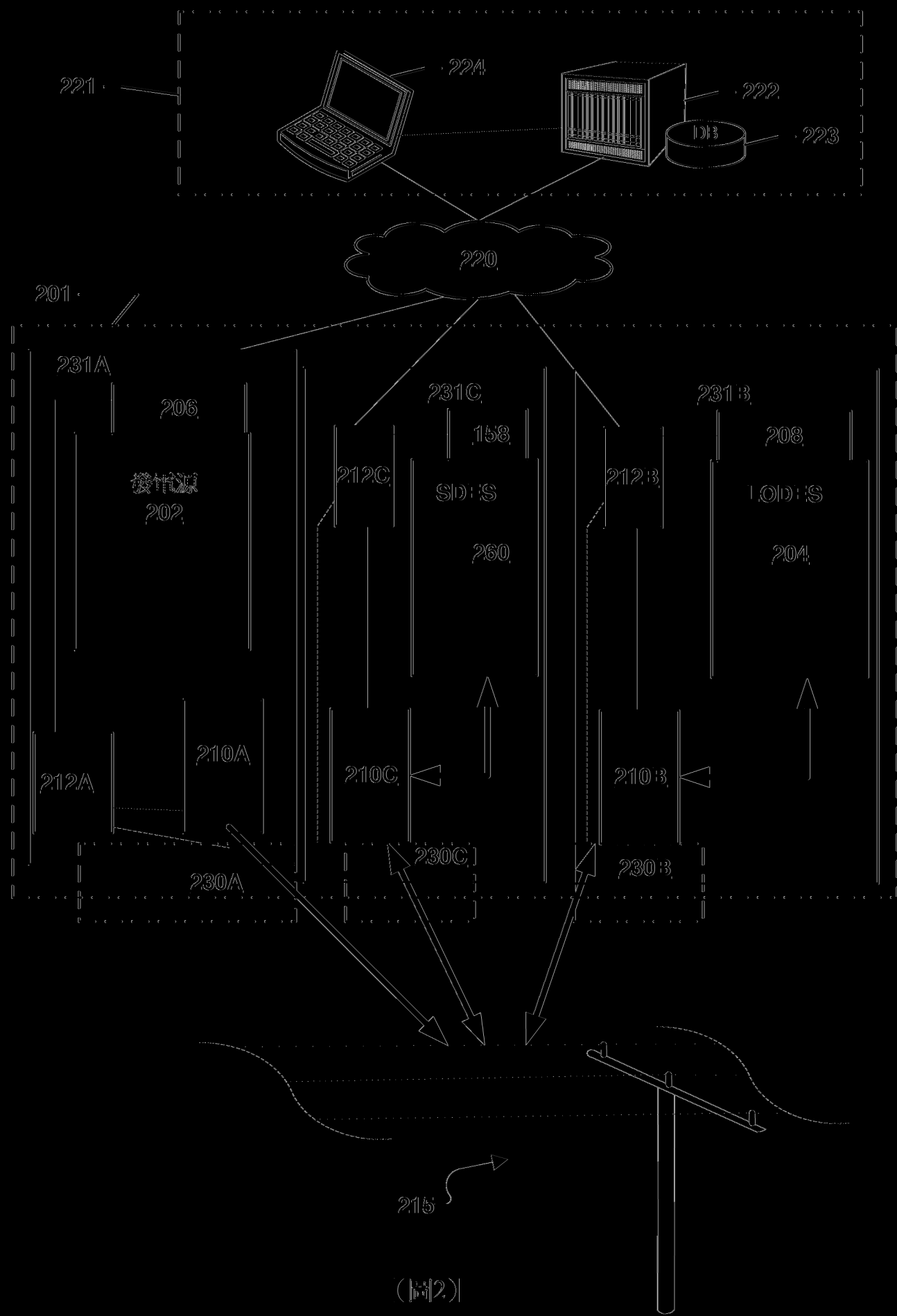
【請求項22】

如請求項1之電化學胞元，其中該電化學胞元係一鐵空氣型電池胞元、鋅空氣型電池胞元及/或鋰空氣電池胞元。

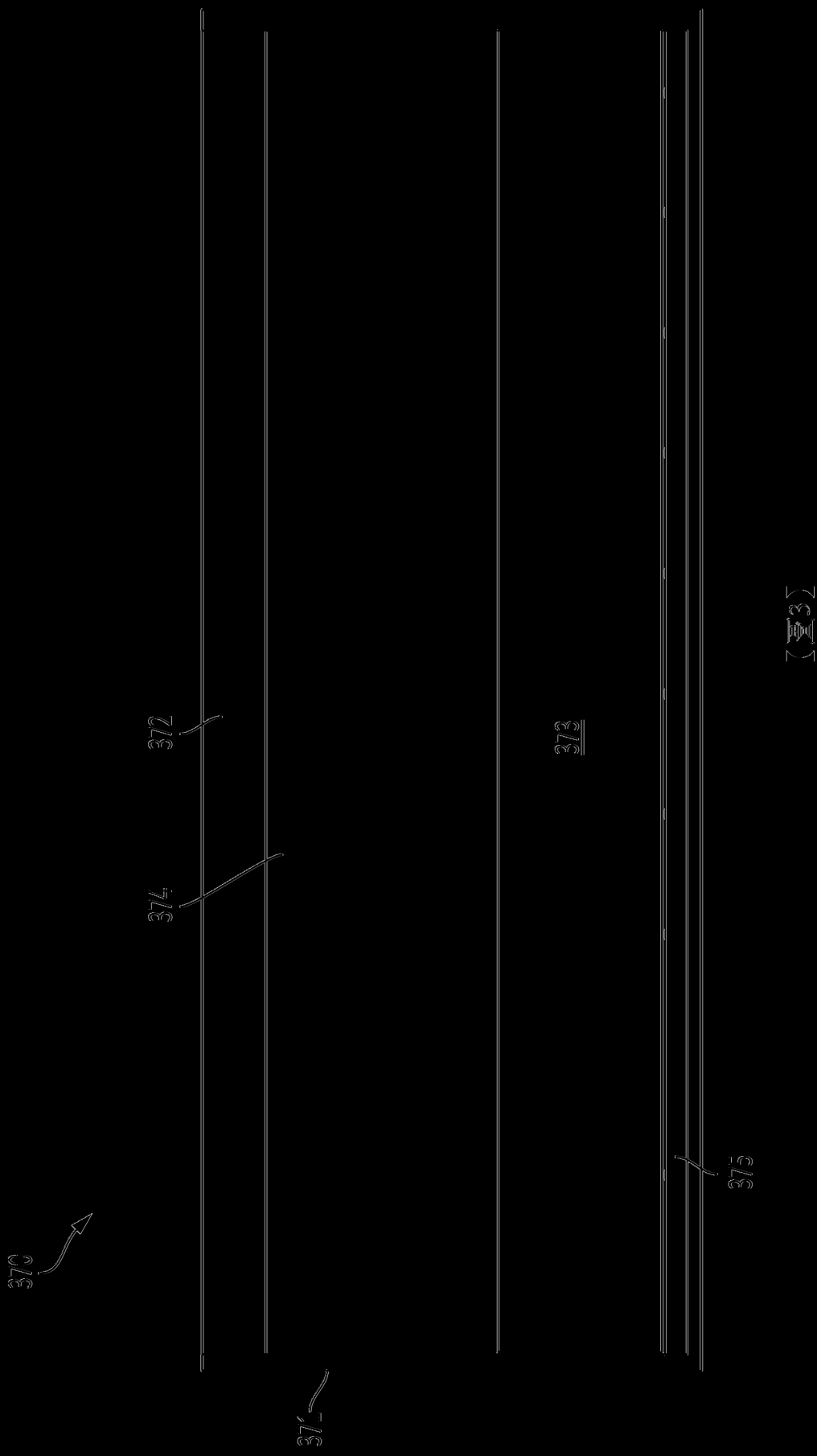
|(發明圖式)|

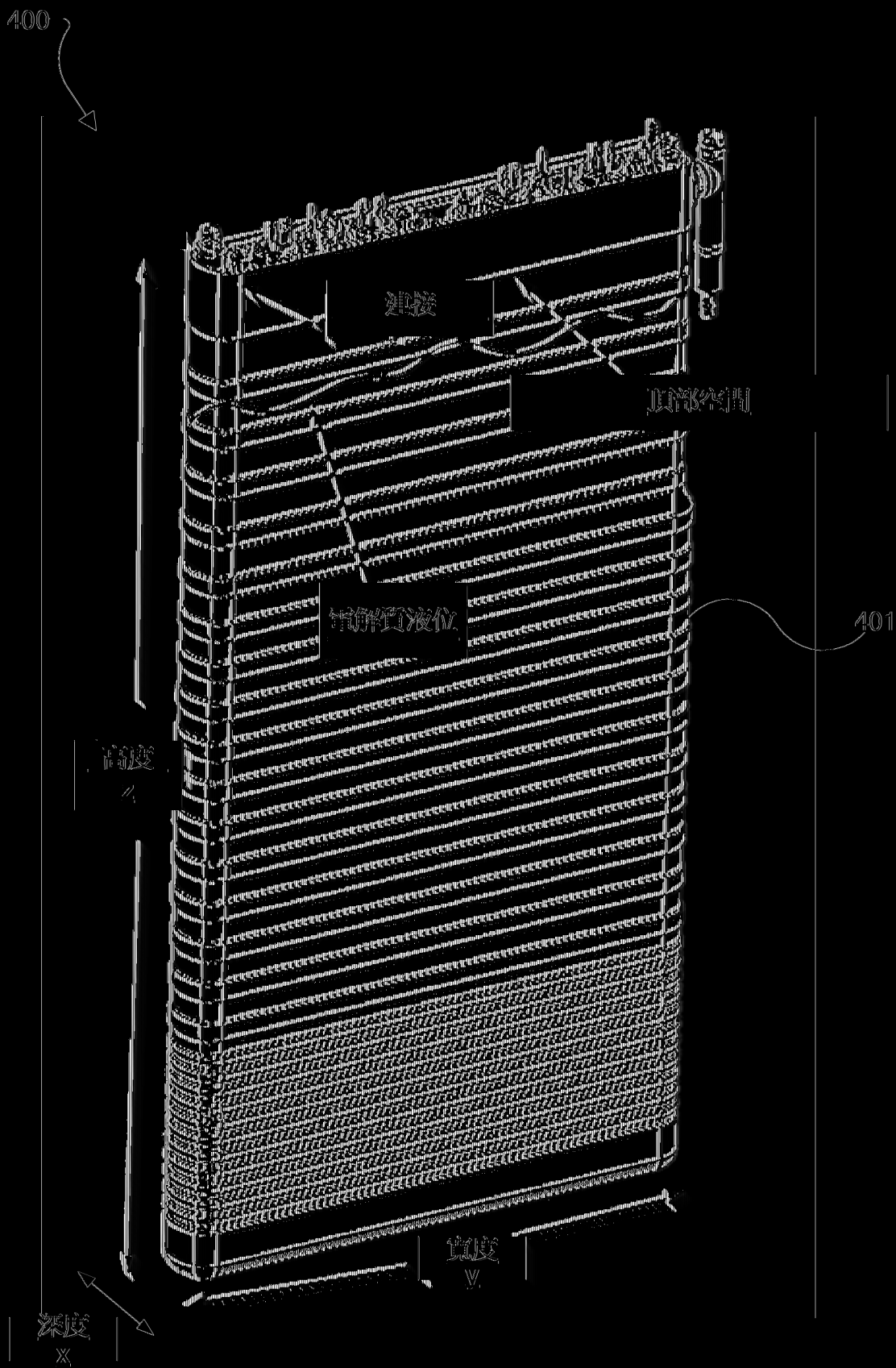


|(圖1)|

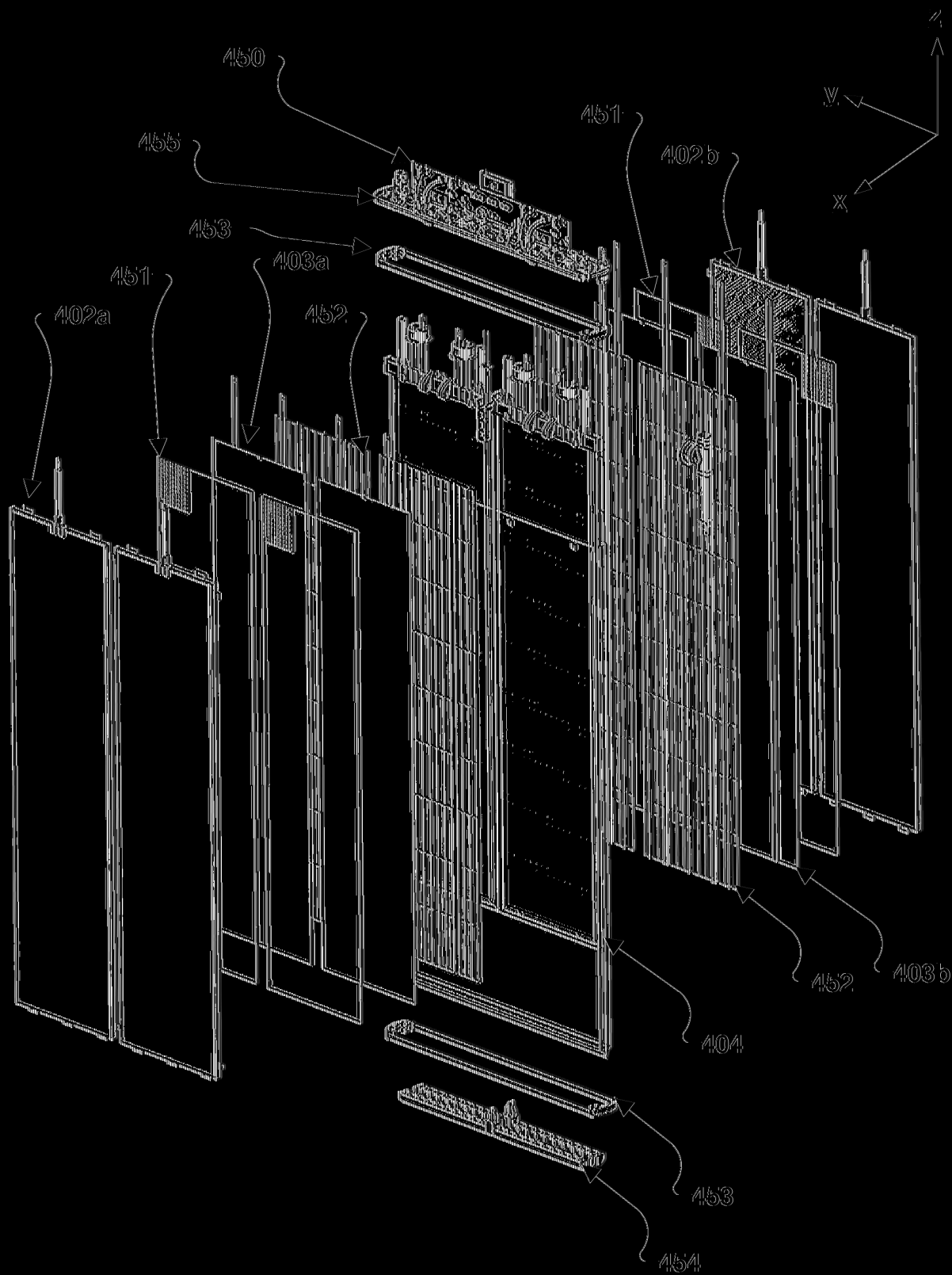


(圖2)

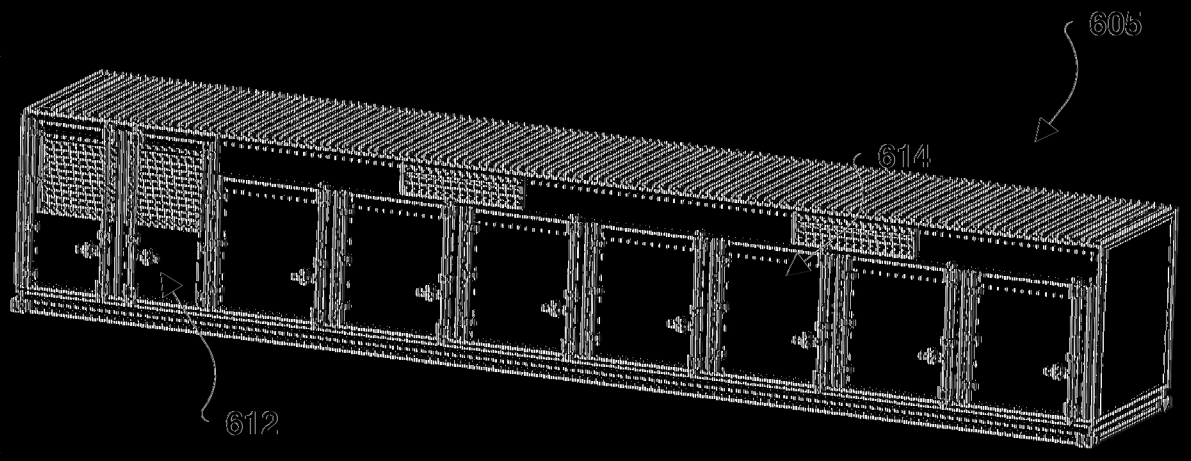




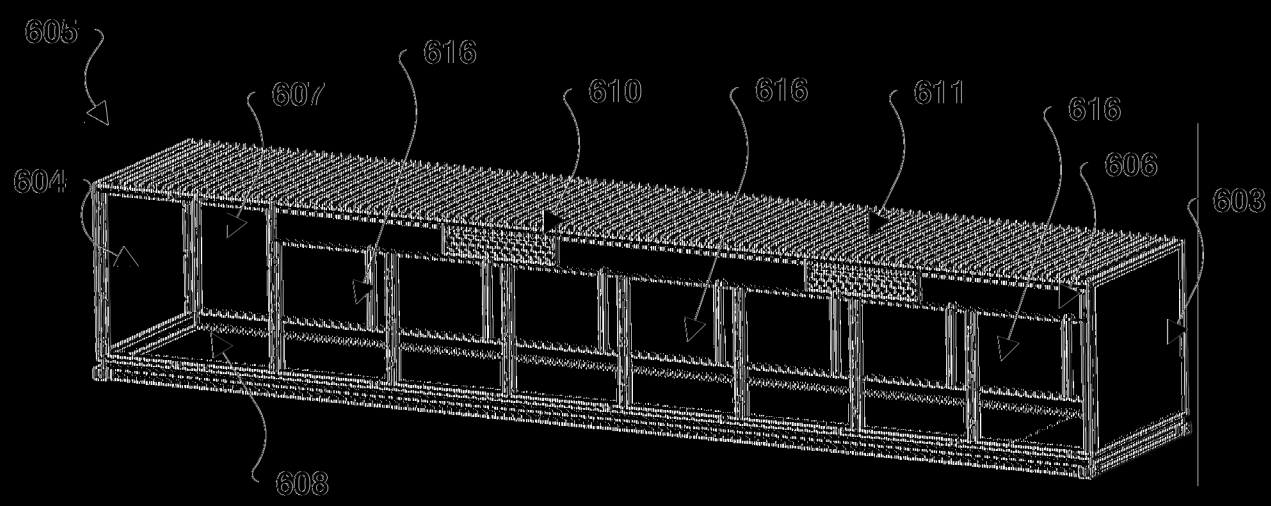
(圖1A)



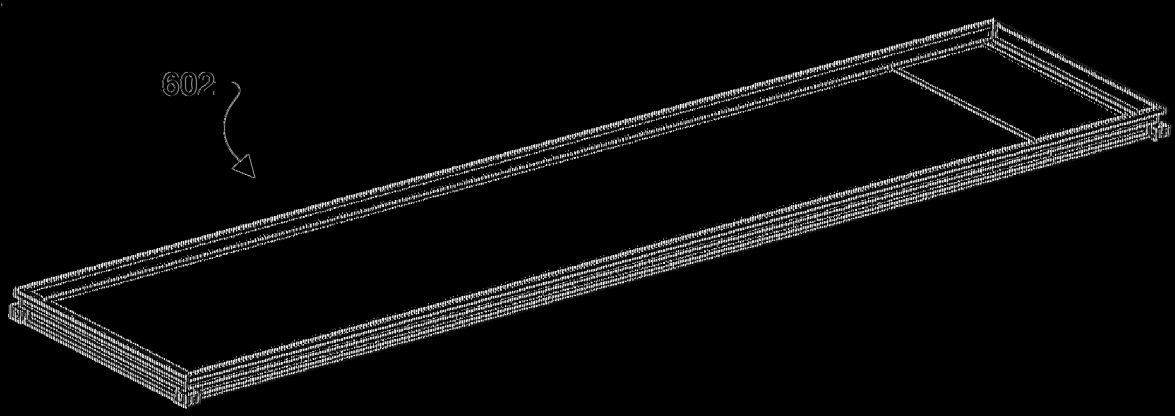
(圖43)



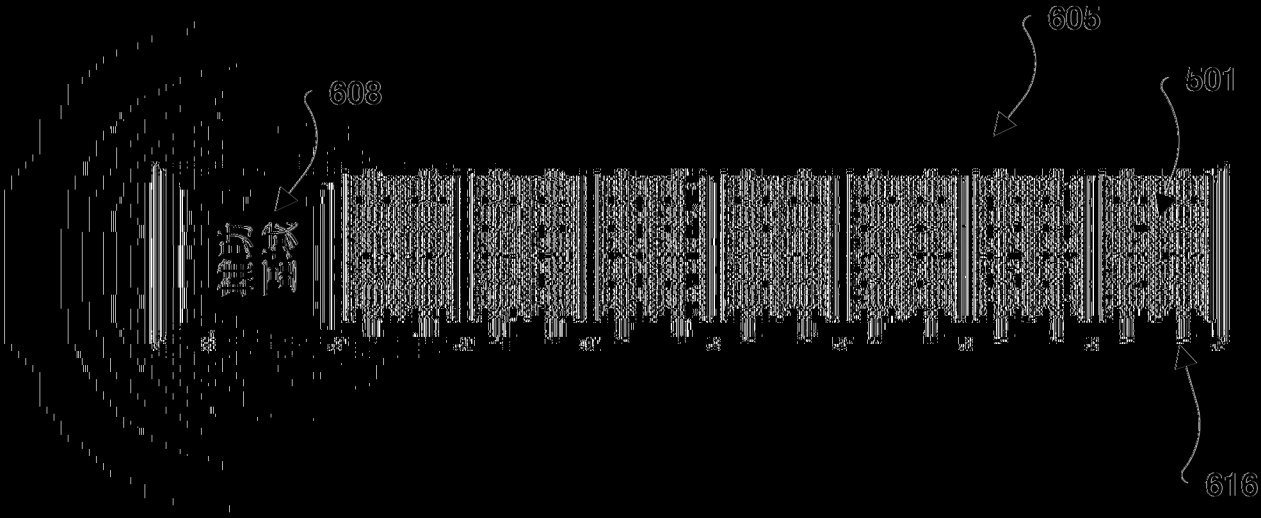
(圖6A)



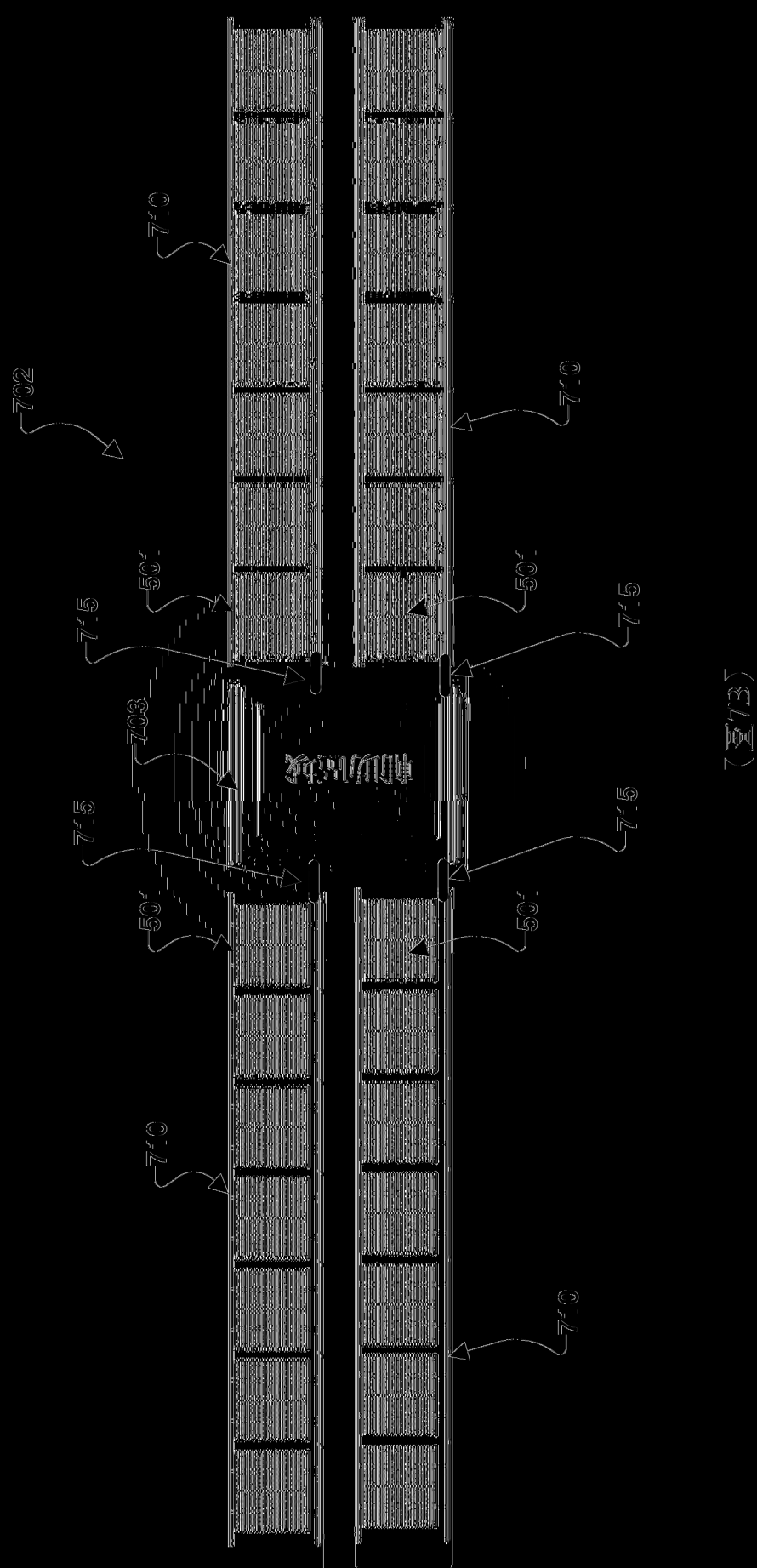
(圖6B)

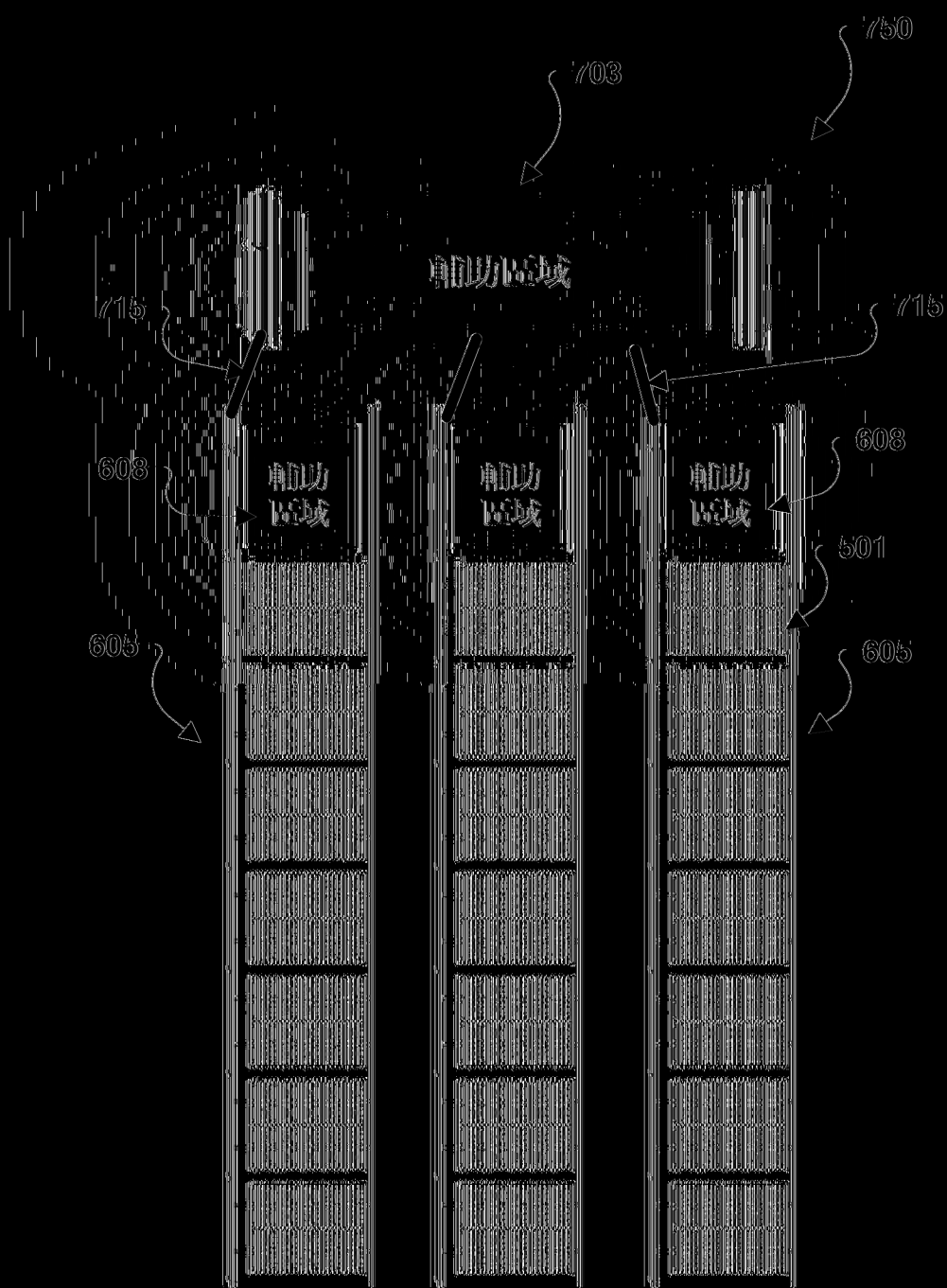


(圖6C)

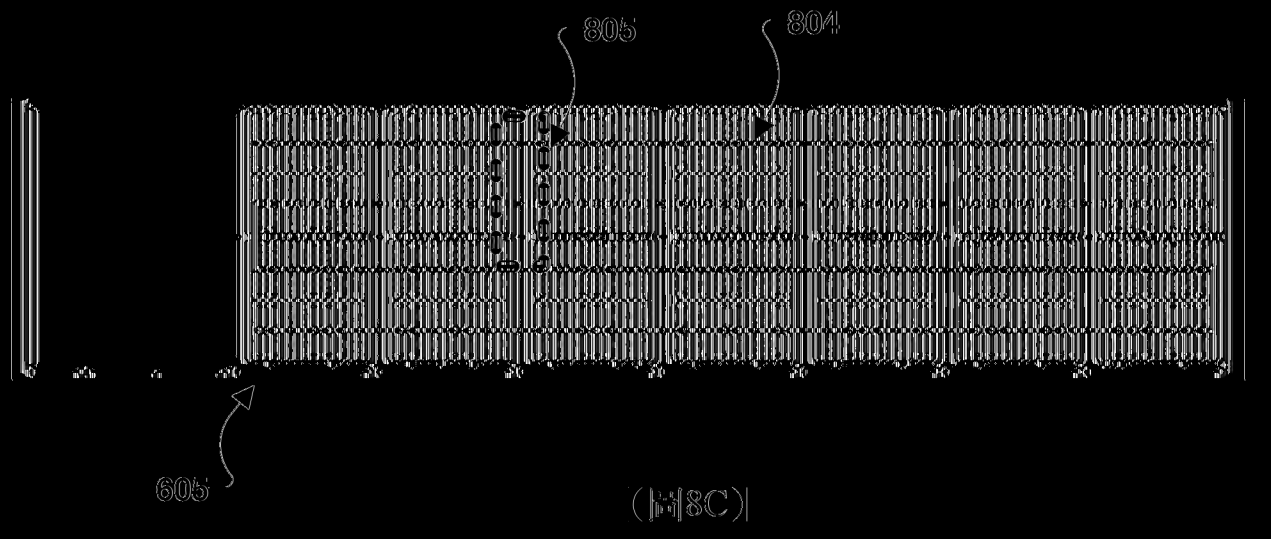
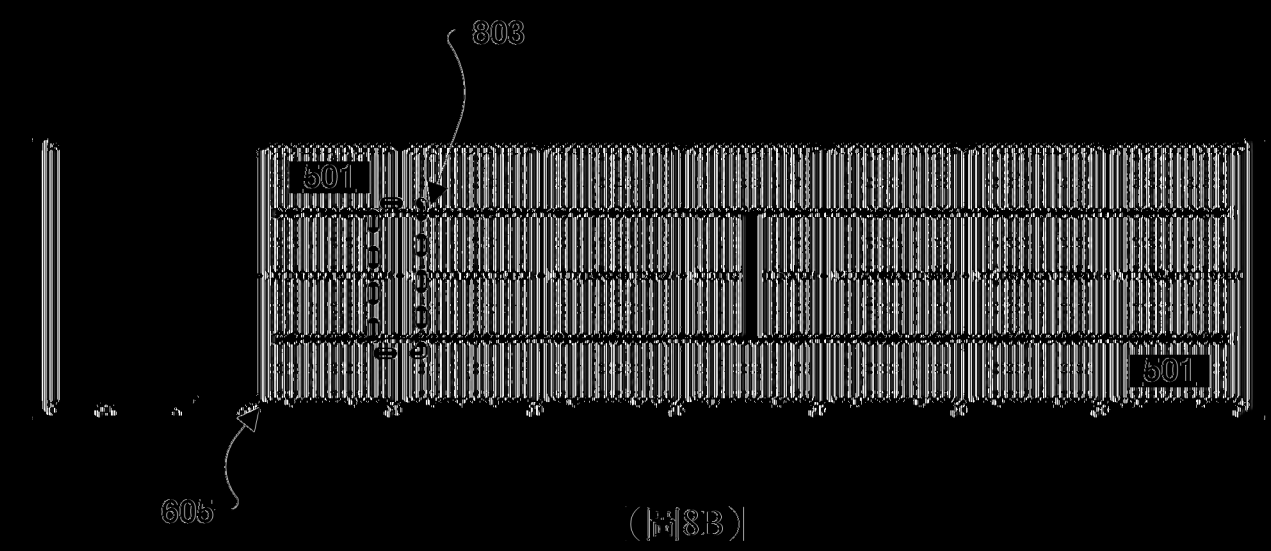
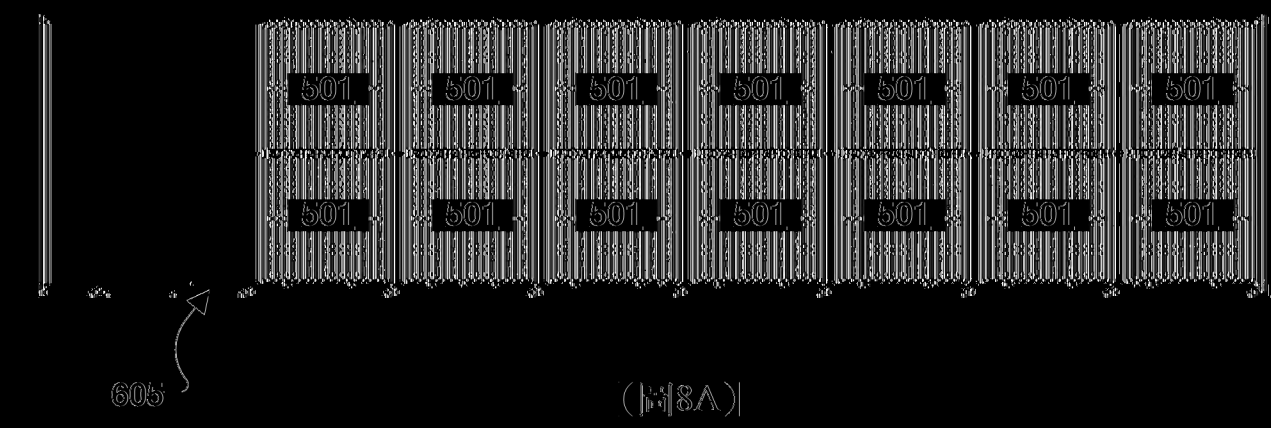


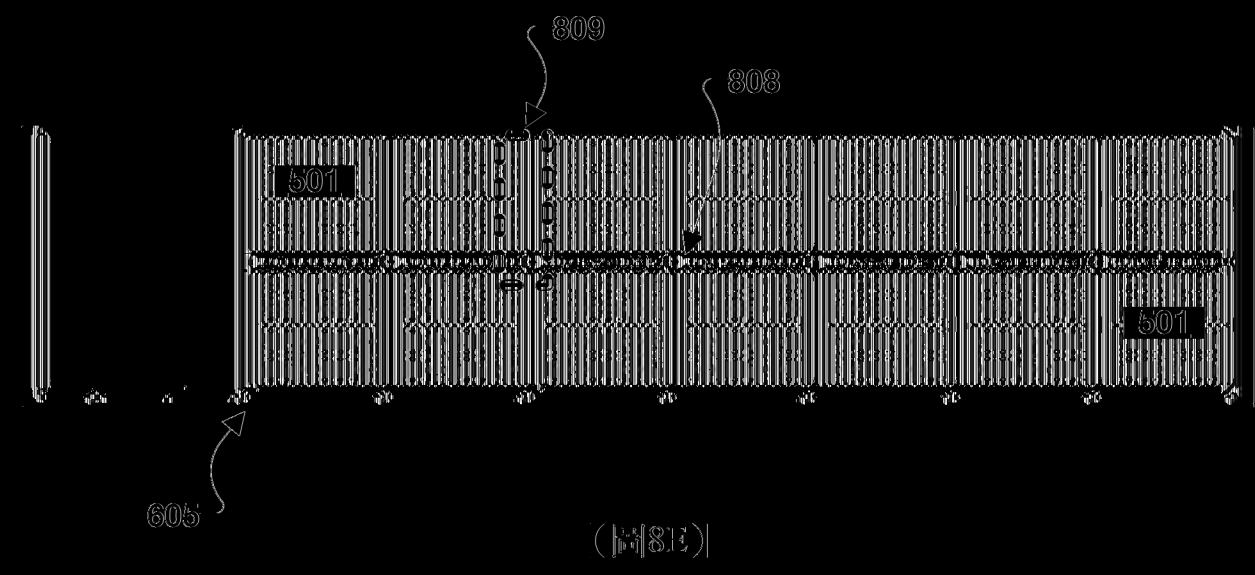
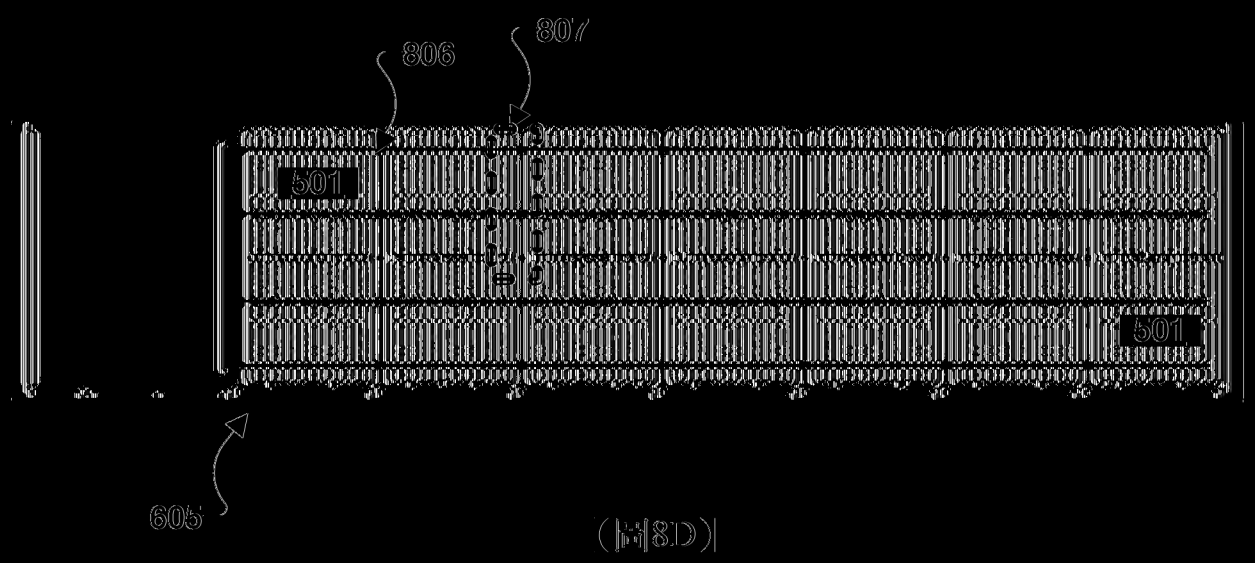
(圖/A)

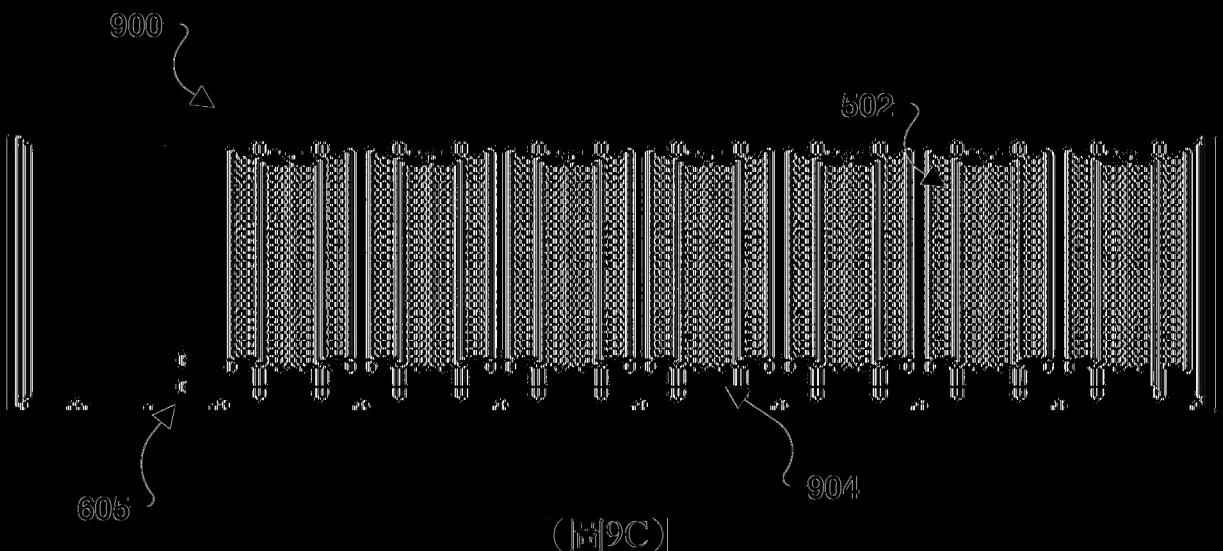
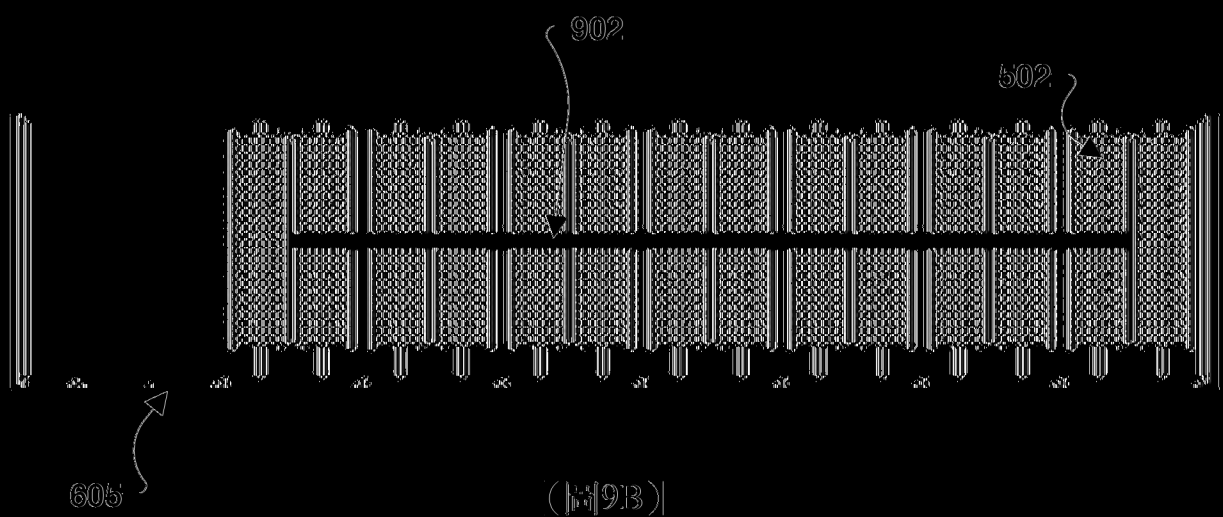
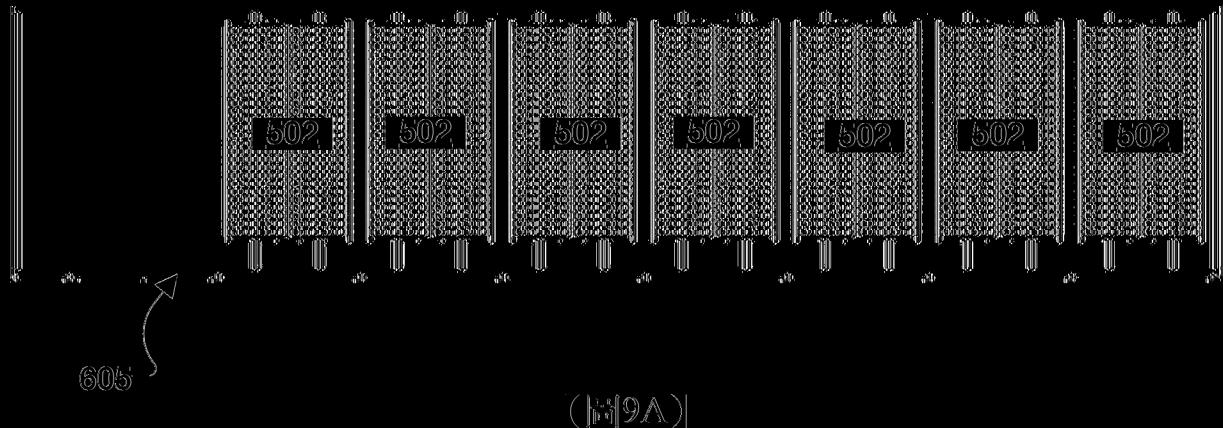


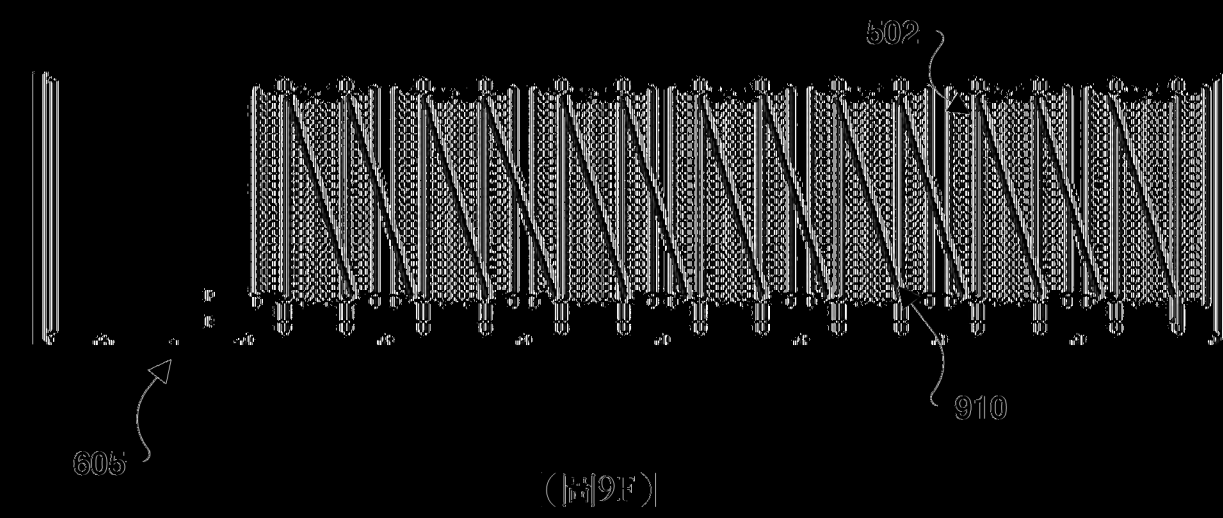
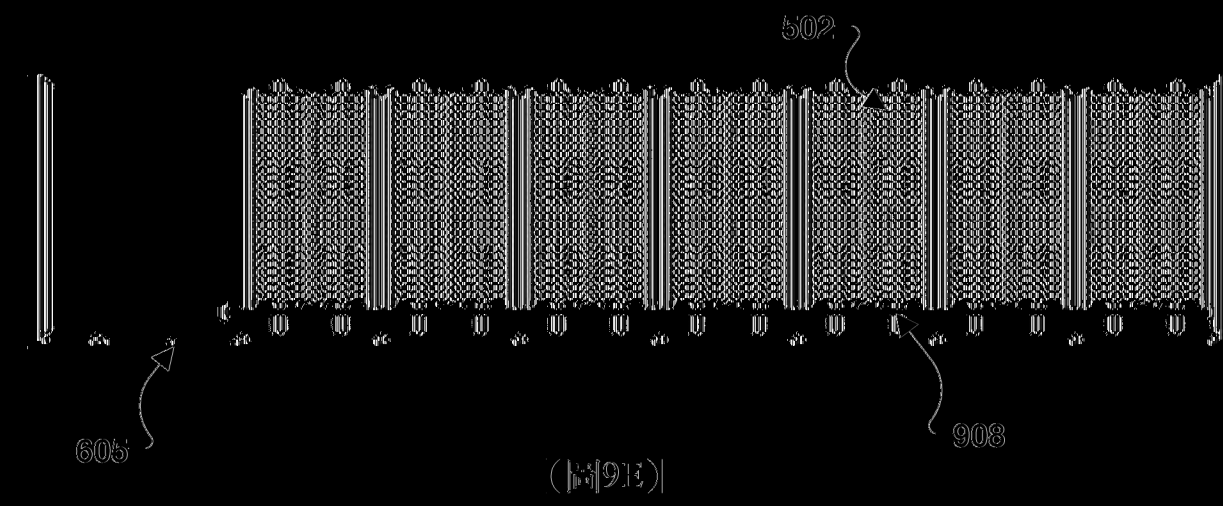
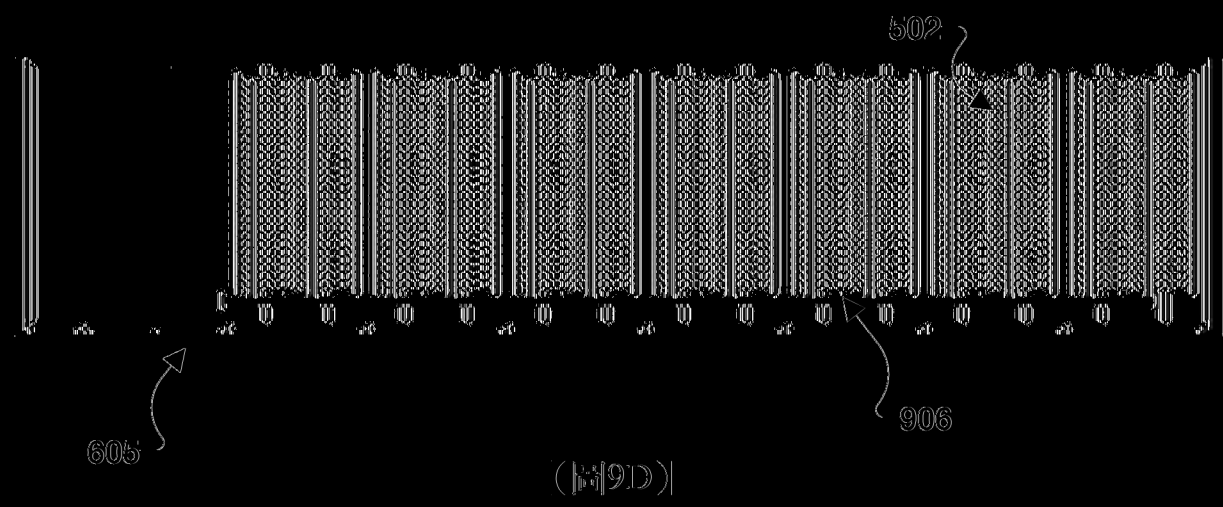


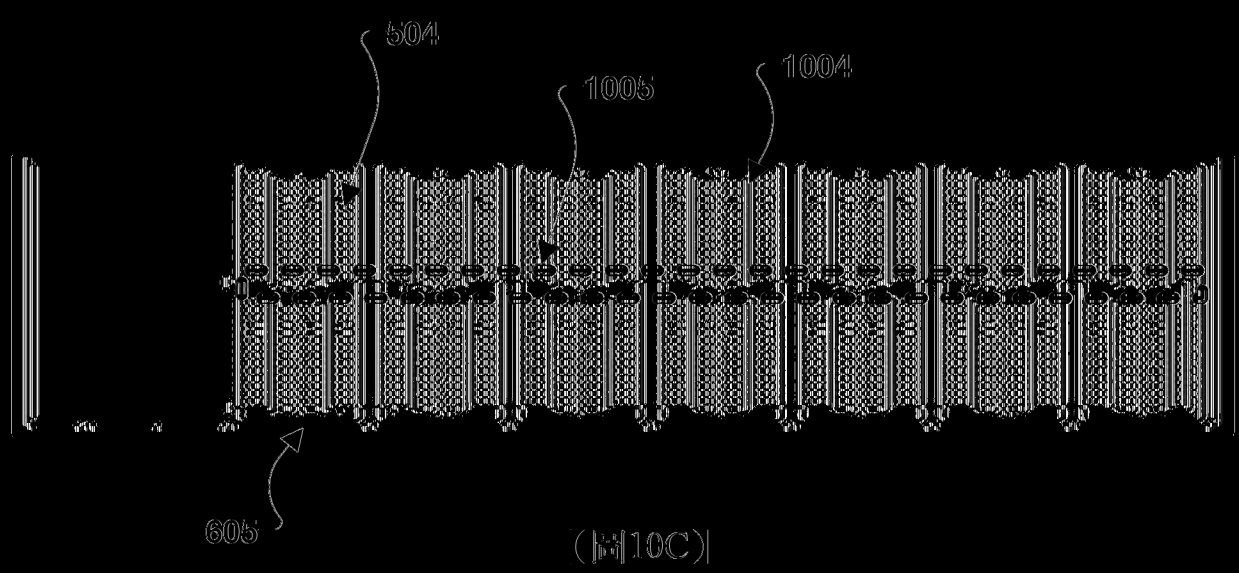
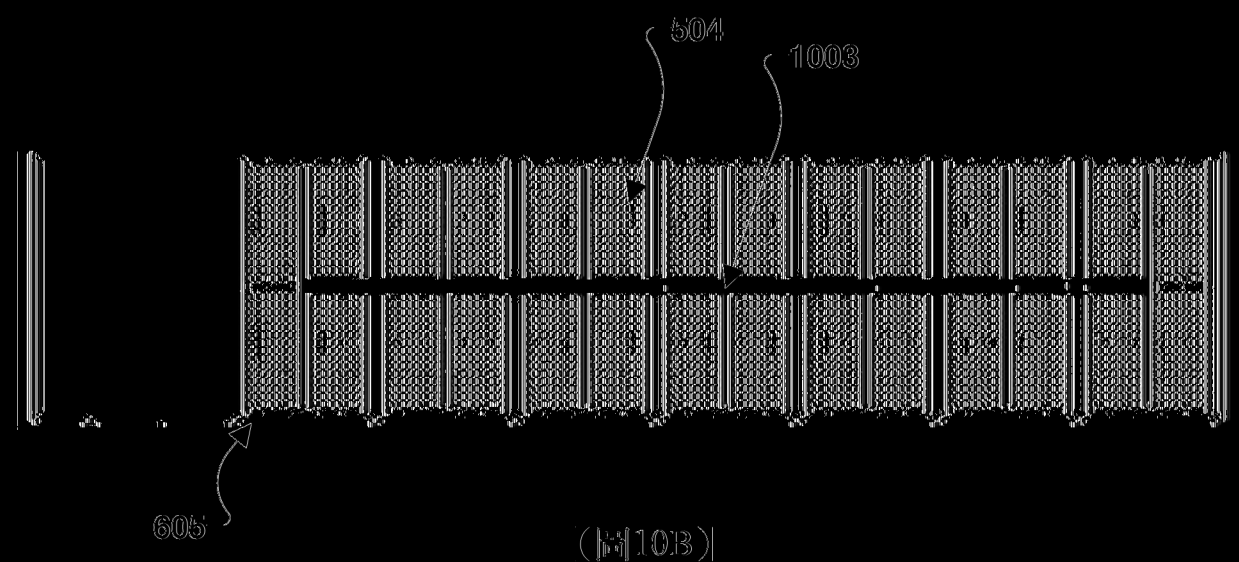
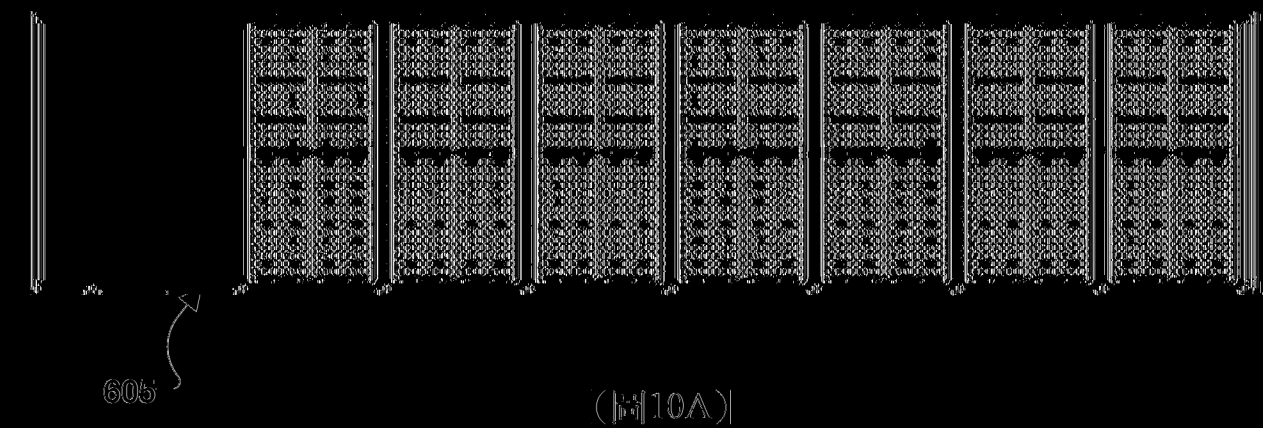
(圖7C)

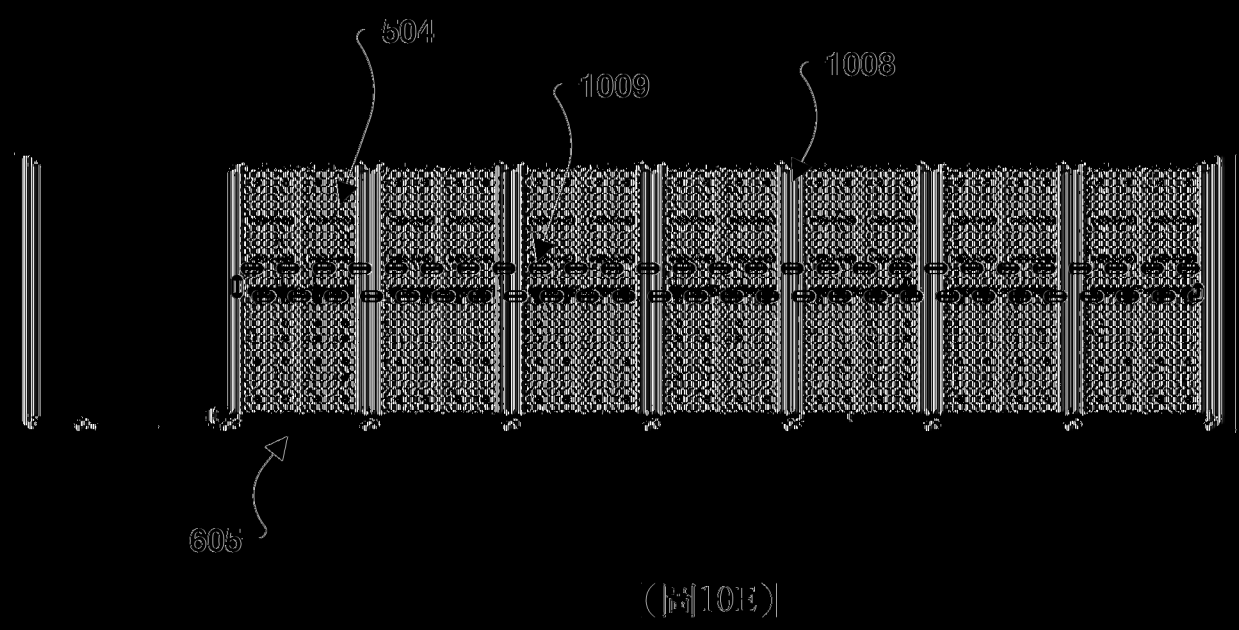
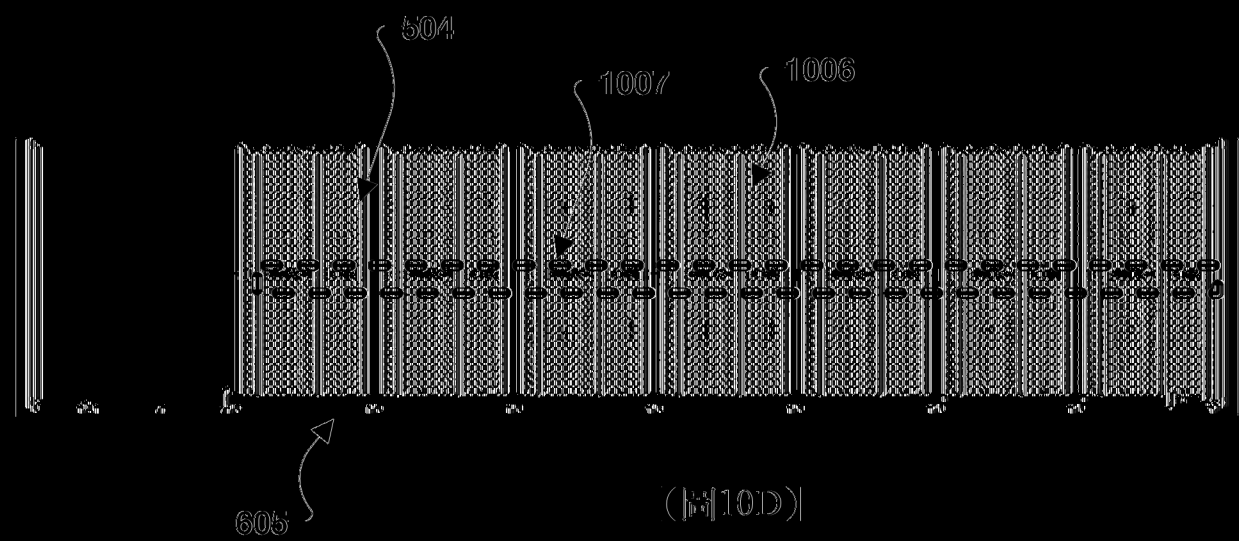


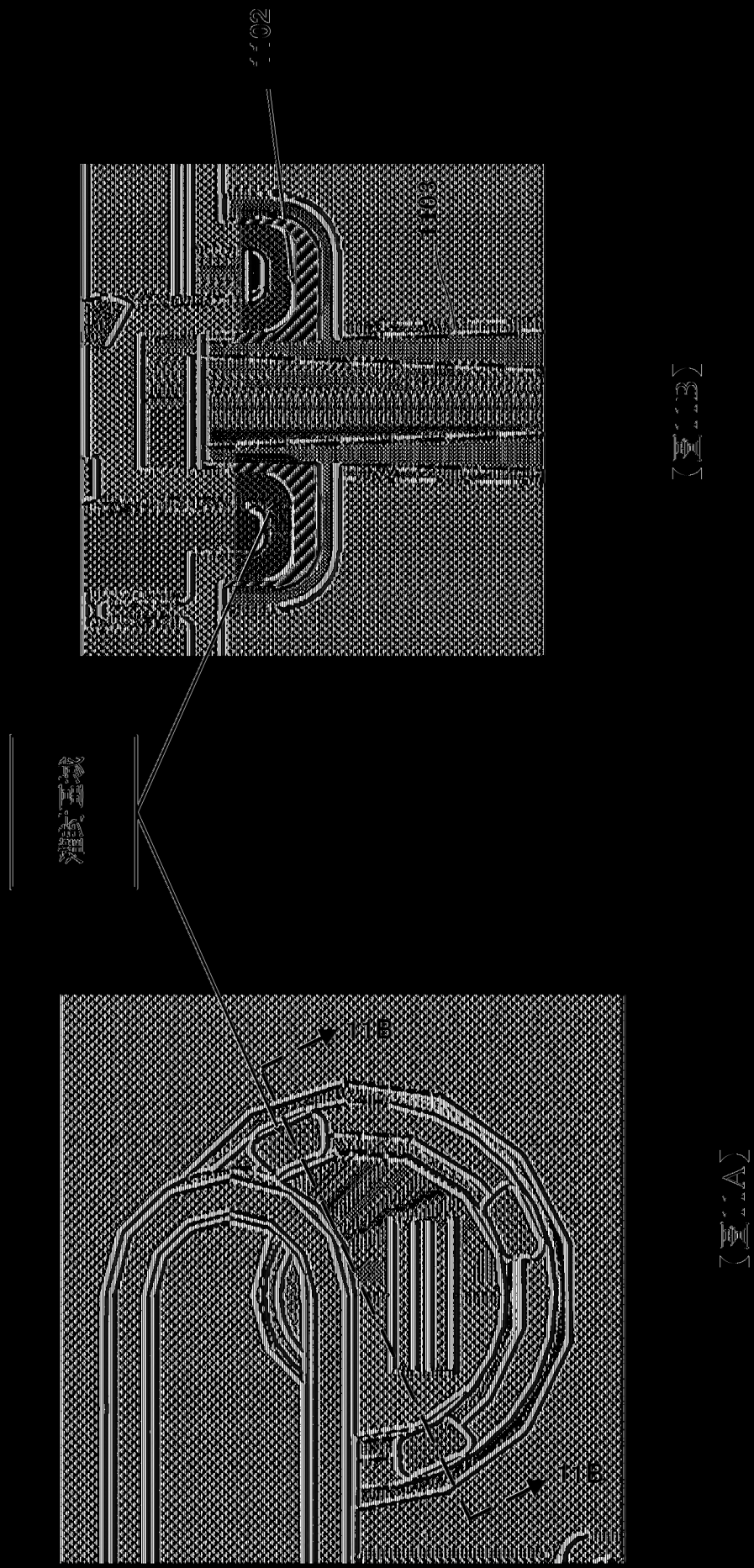


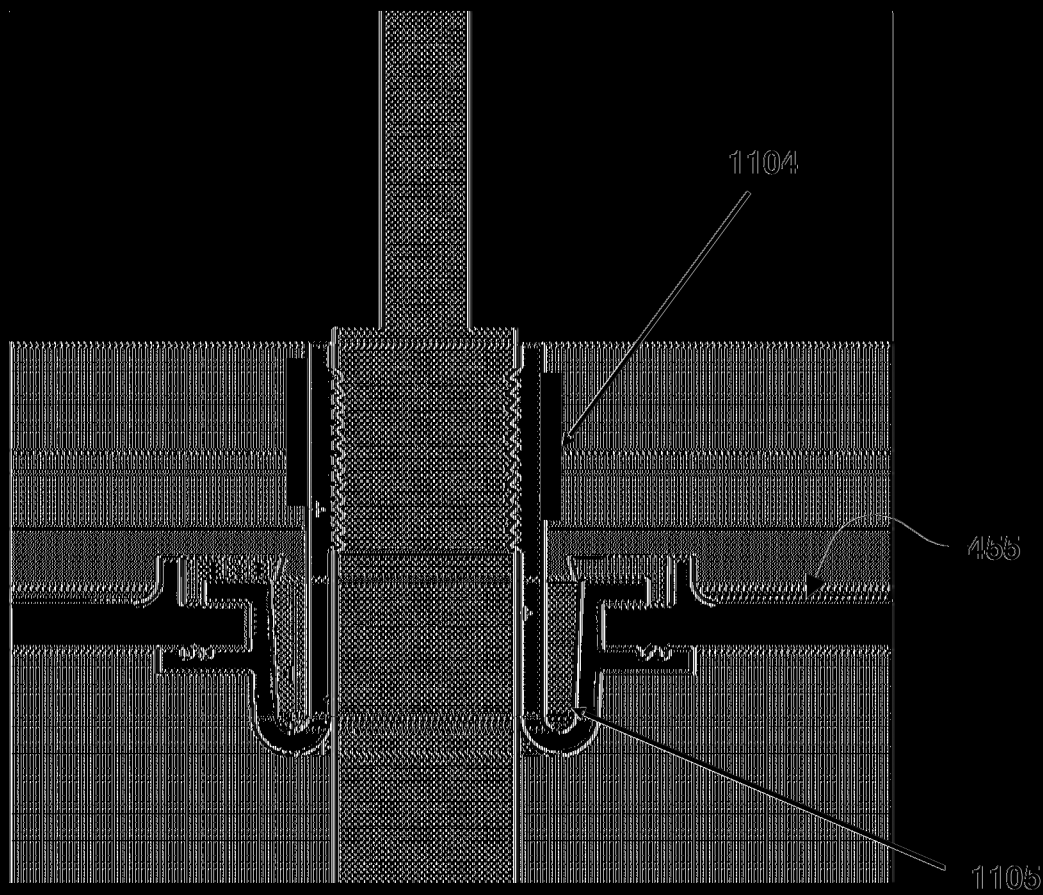




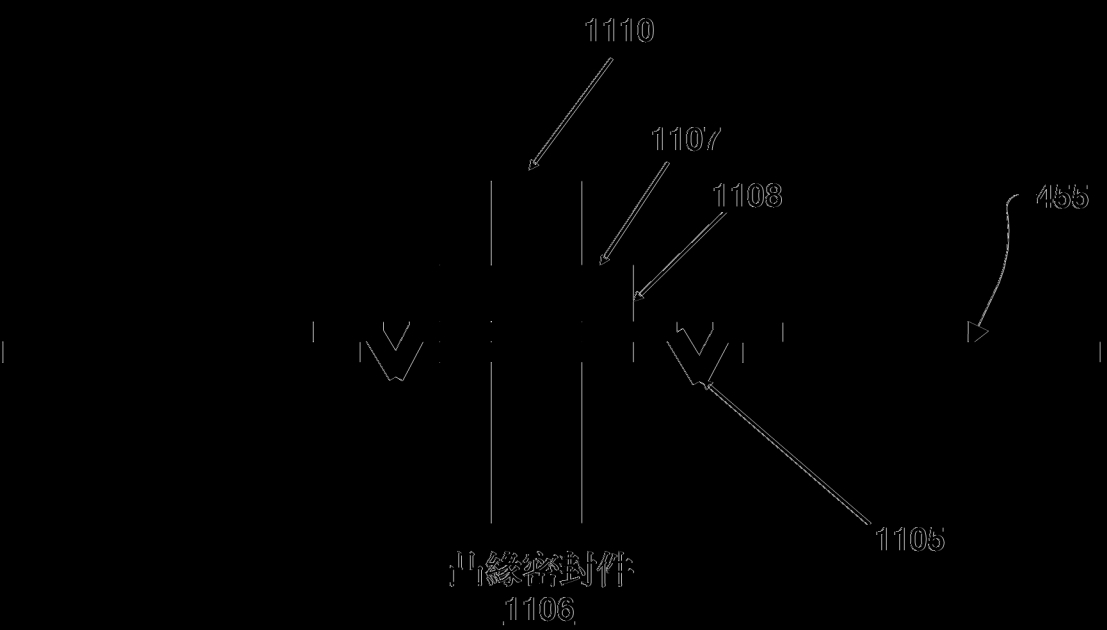






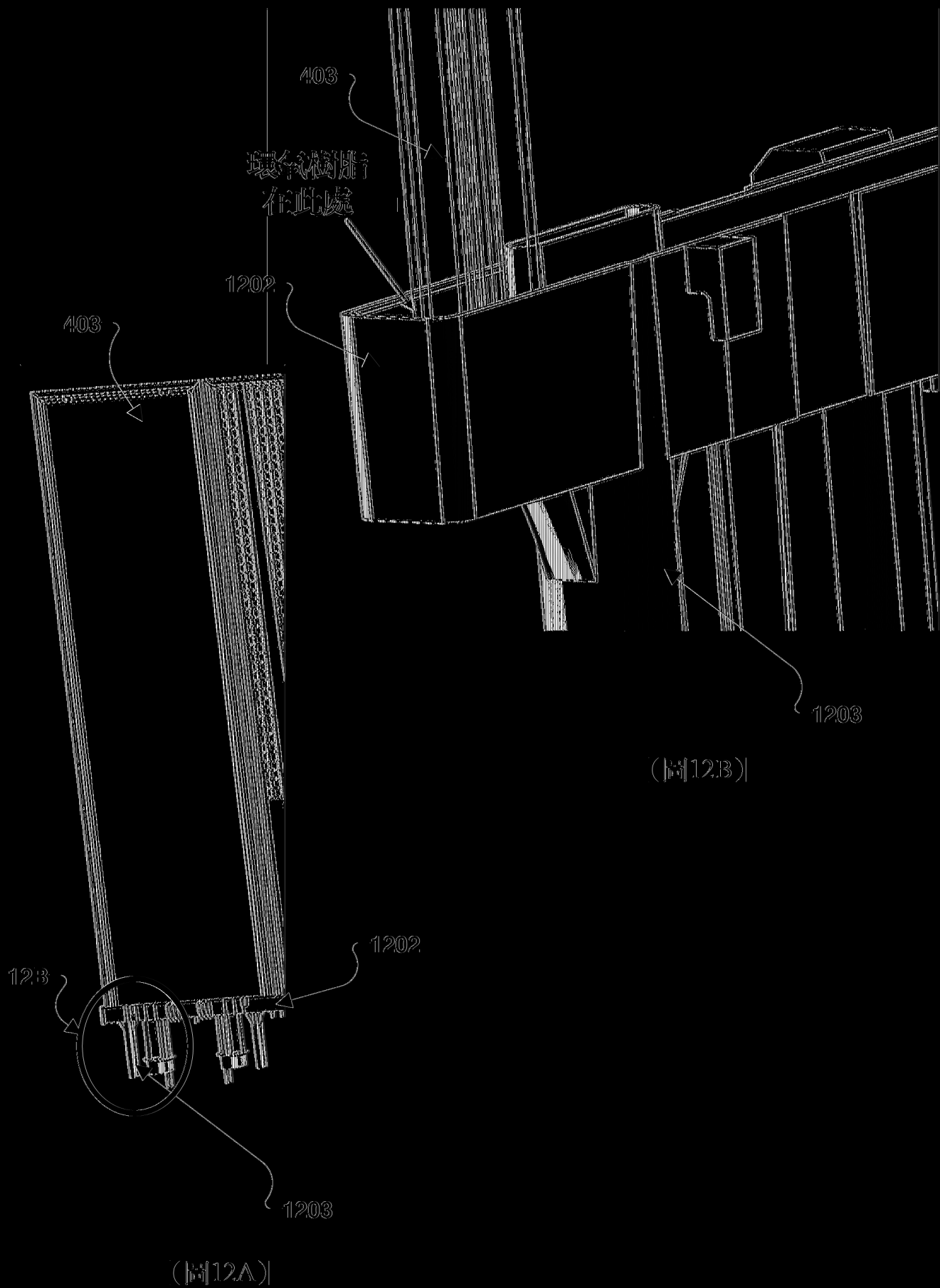


軟管夾密封件



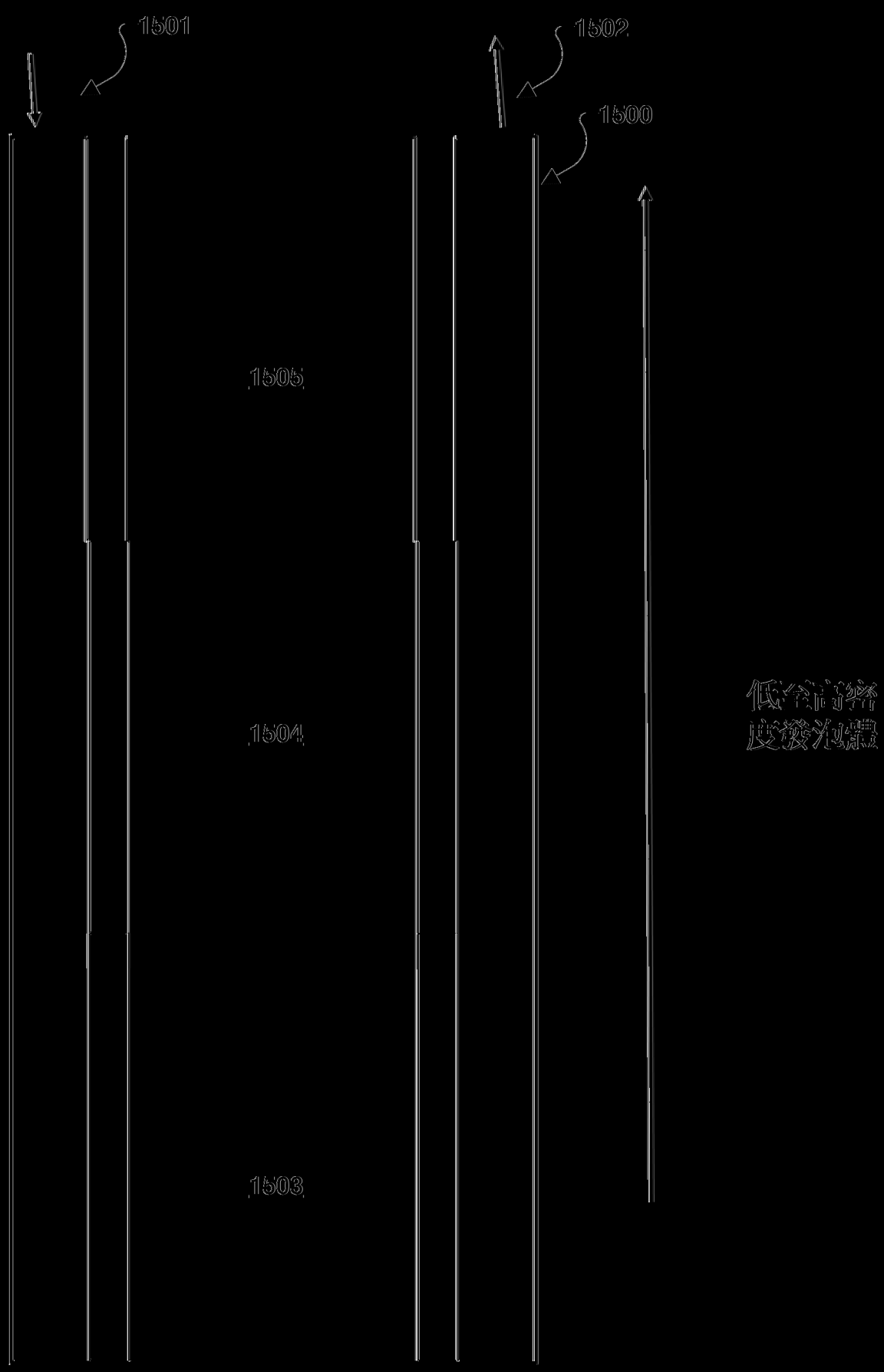
邊緣密封件
1106

(圖11C)

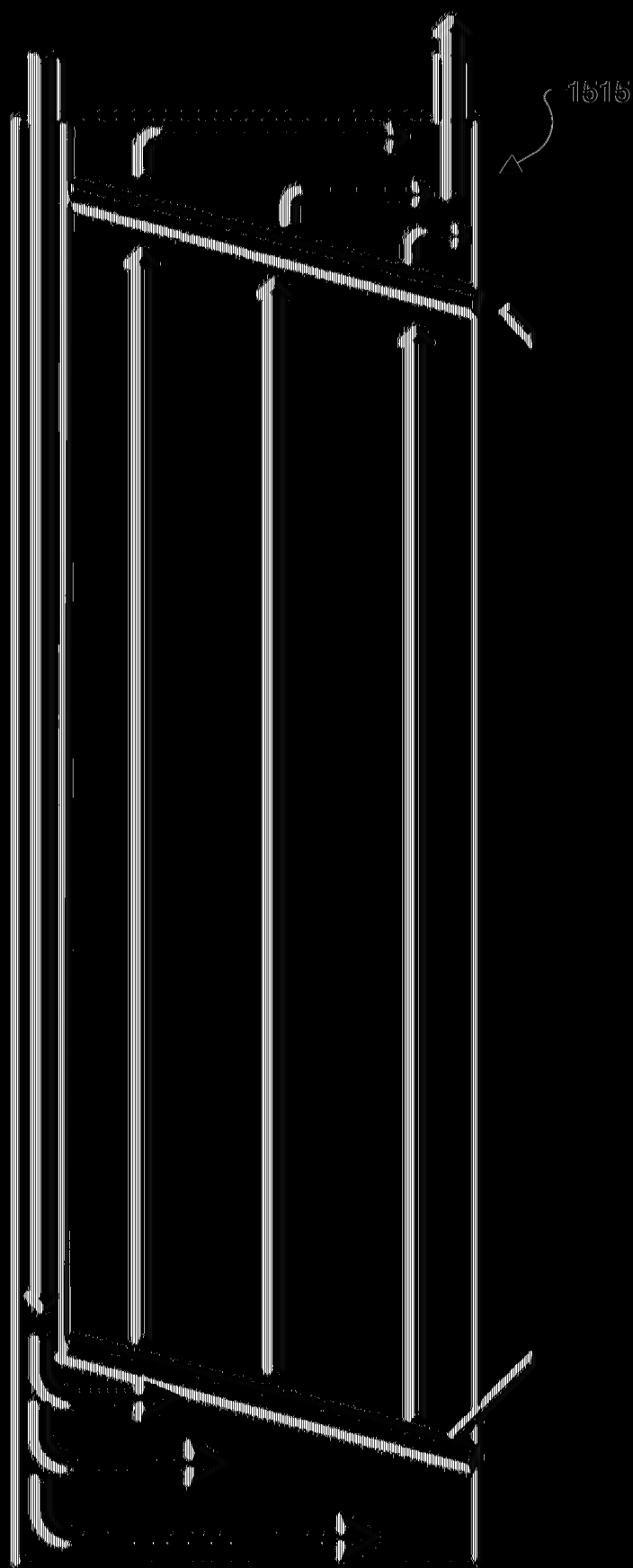




[圖 3A]



(圖15A)

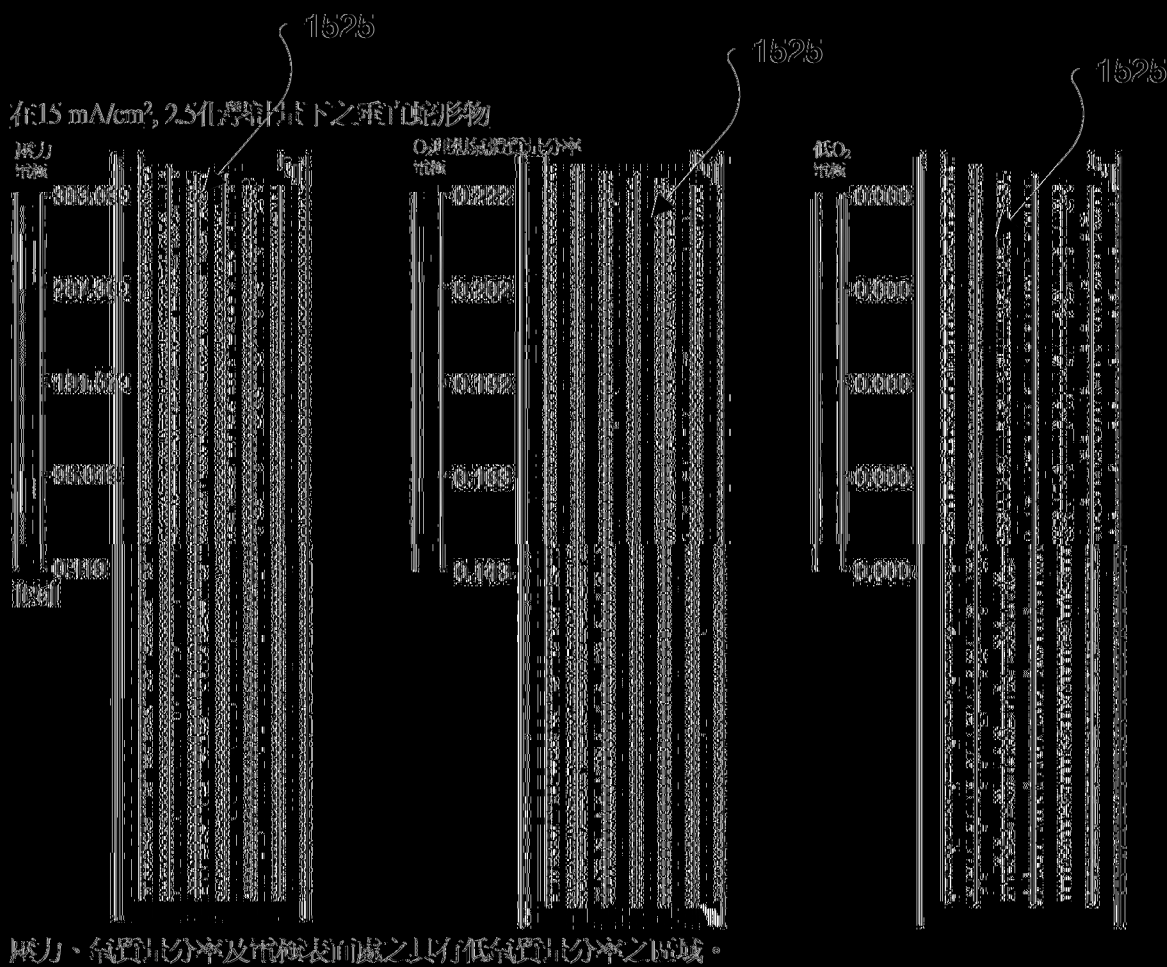


(圖15C)

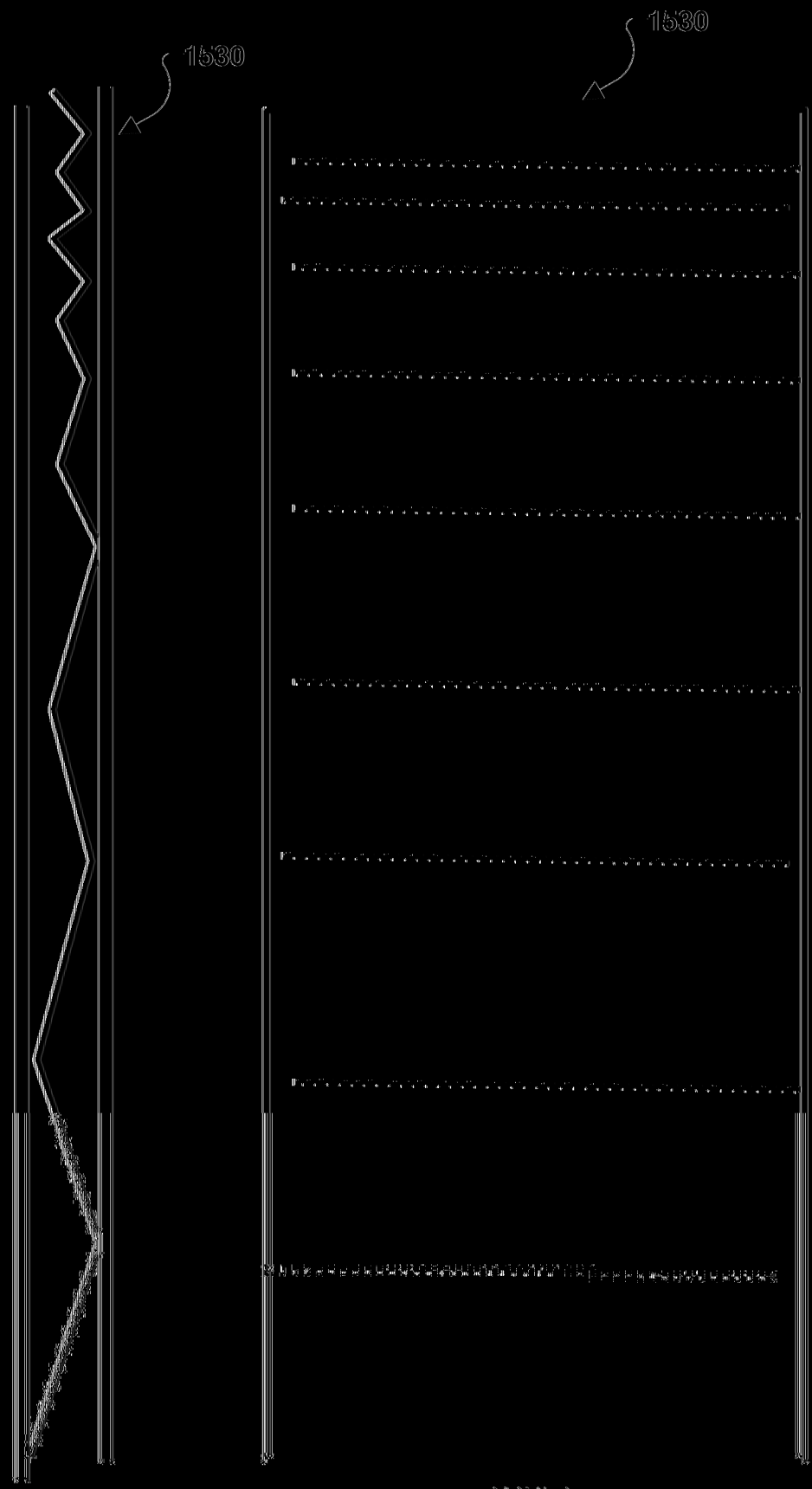


壓力、氣質量分率及電壓求取之具有低氣質量分率之區域。

[圖15D]



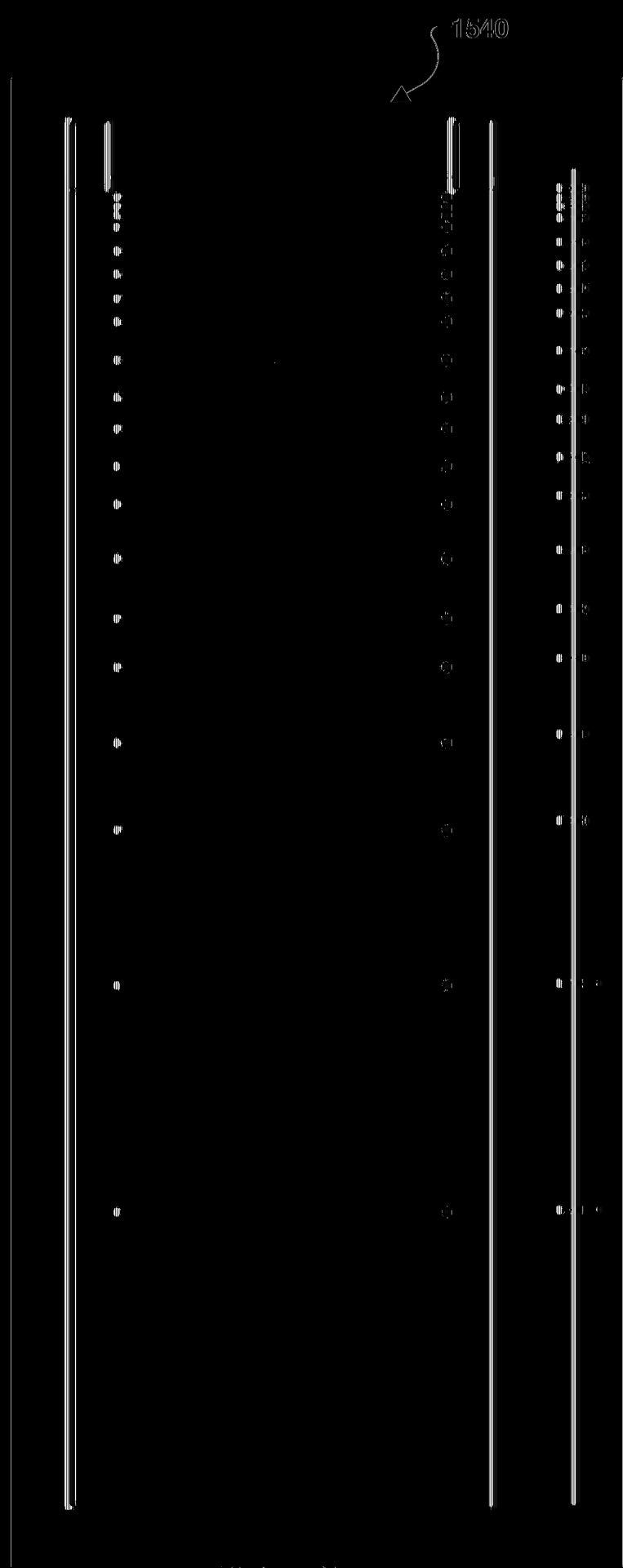
(圖15B)



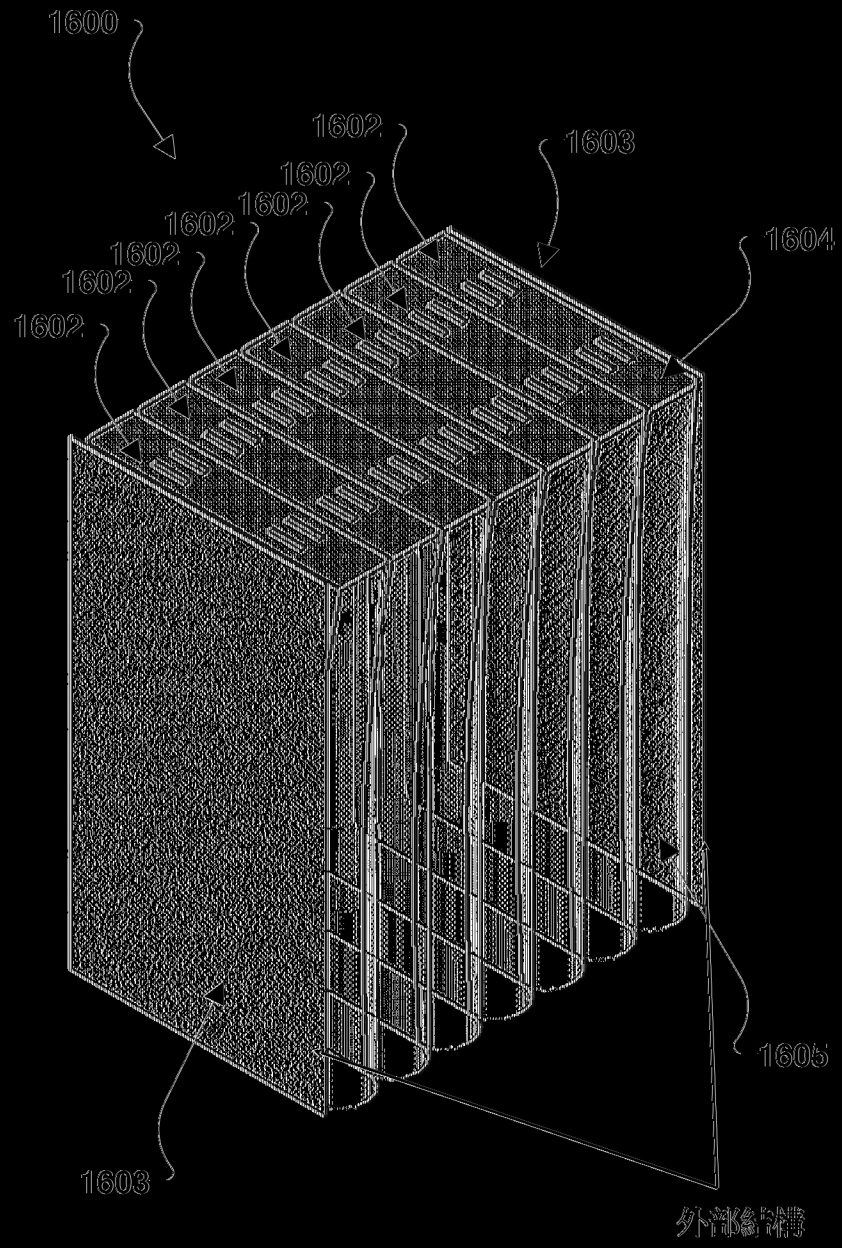
側視圖

前視圖

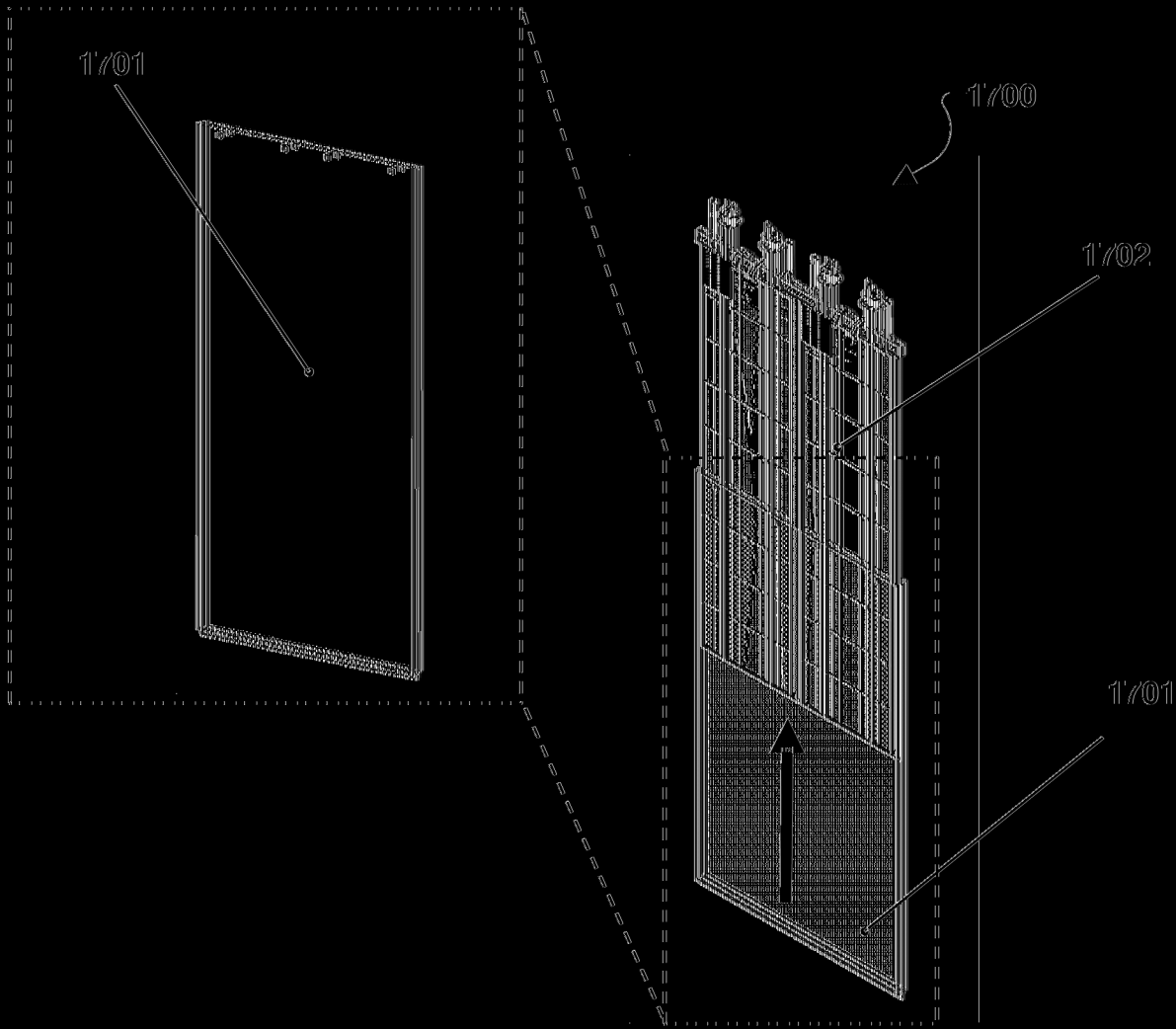
(圖15F)



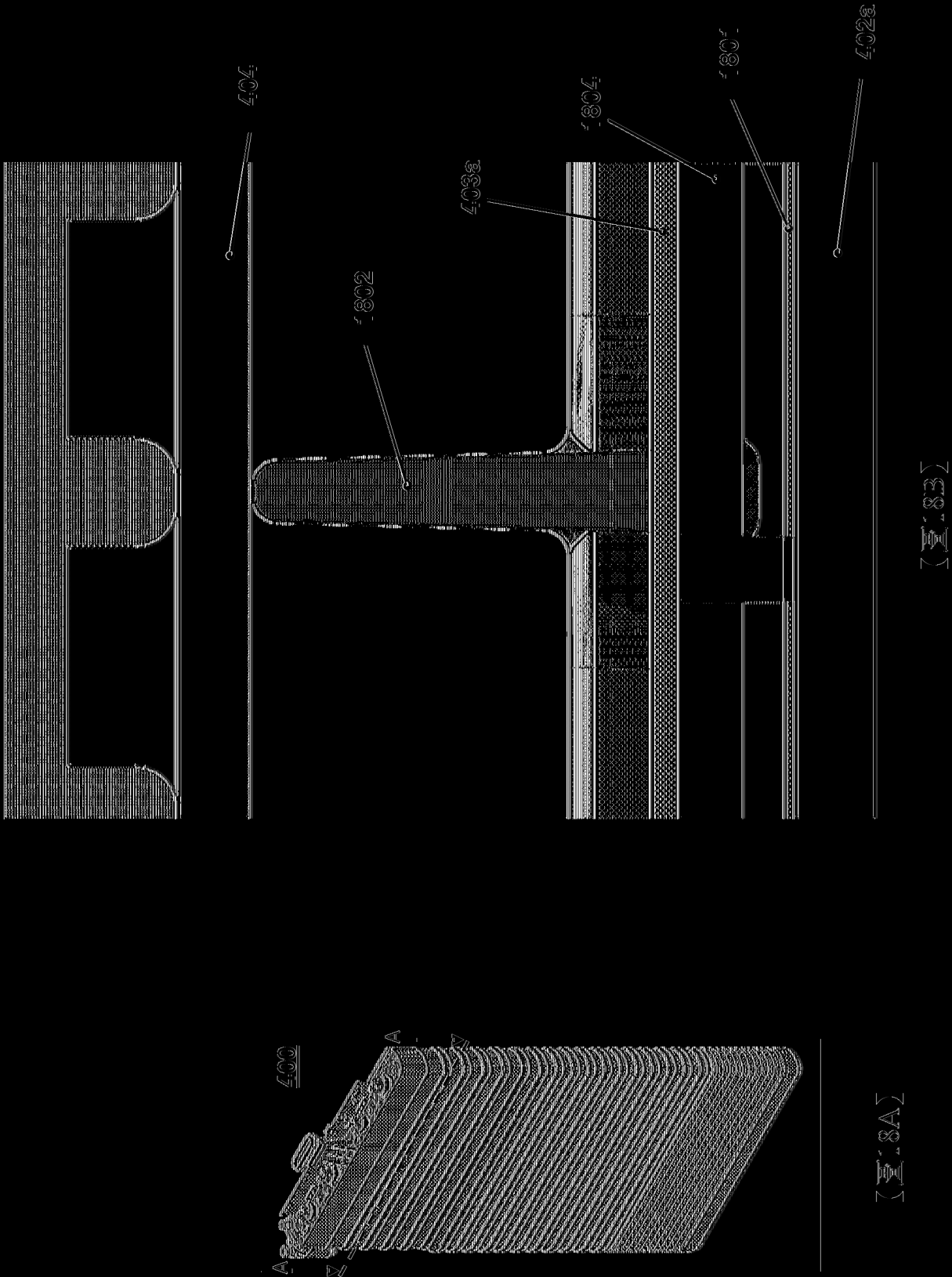
(圖 15G)

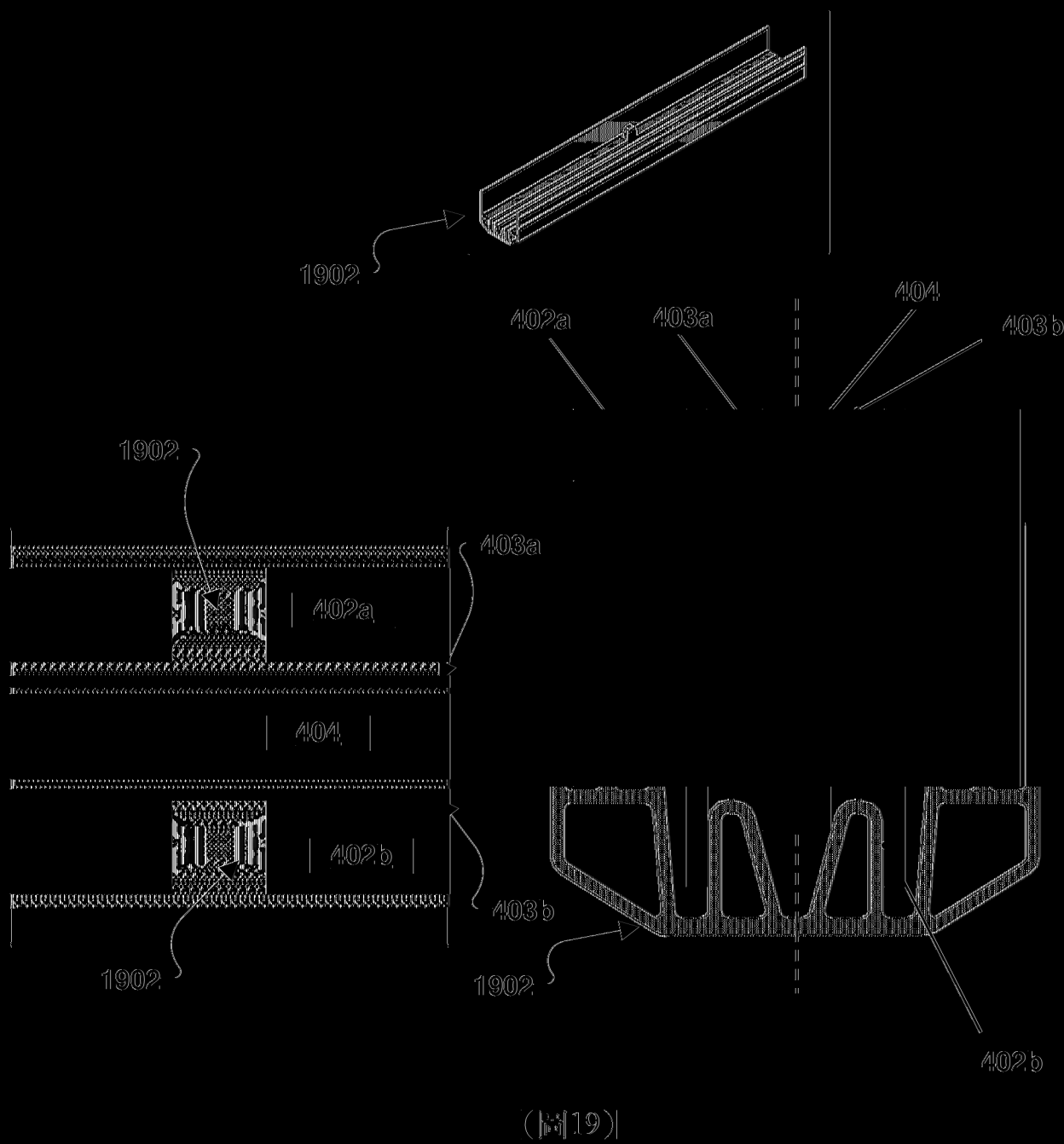


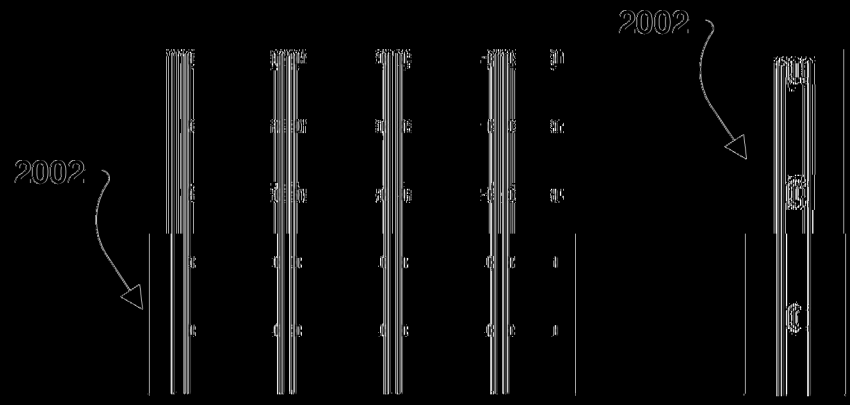
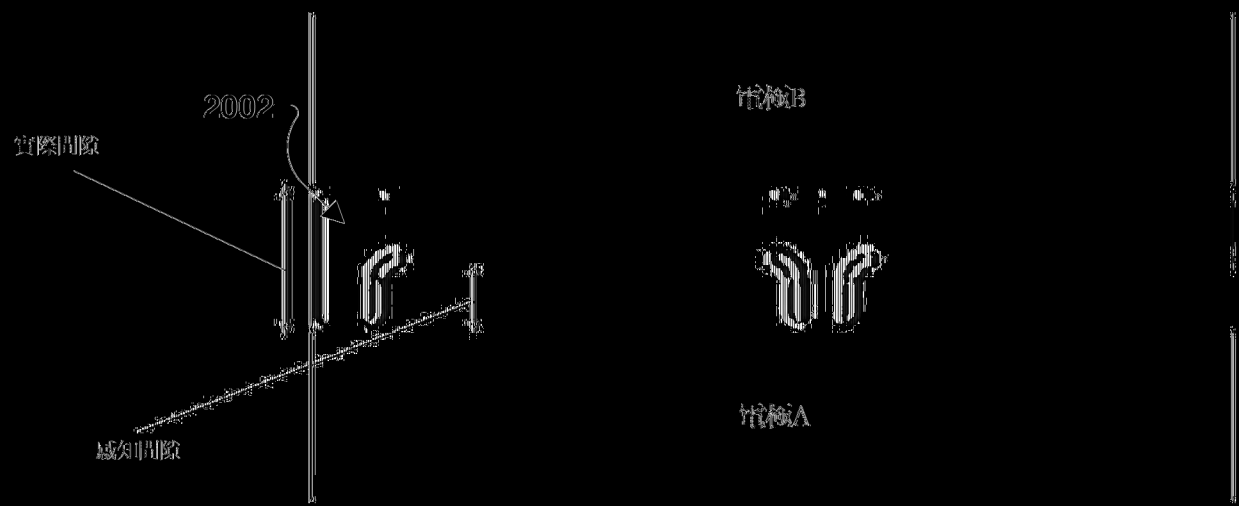
(圖16)



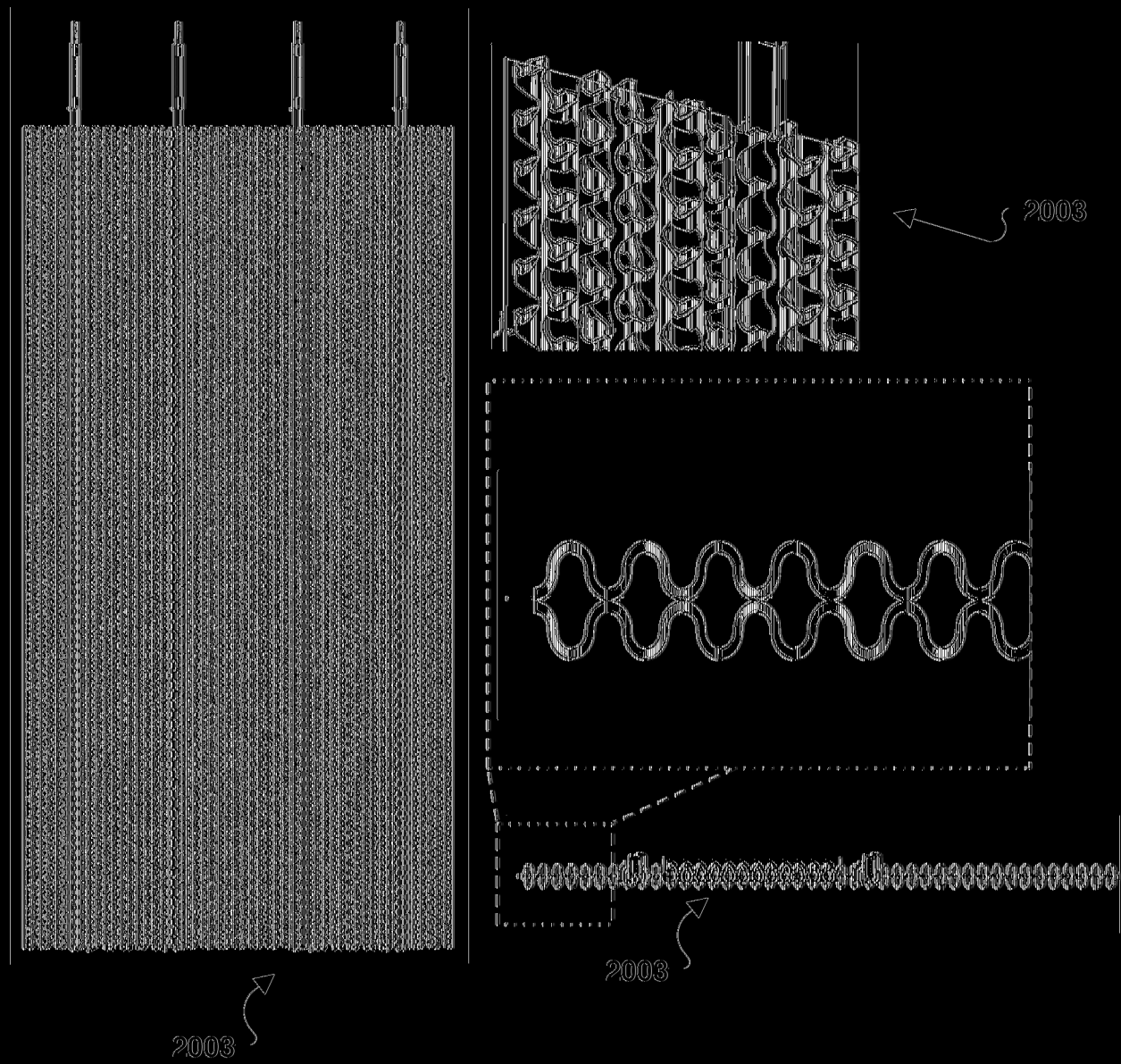
(圖17)



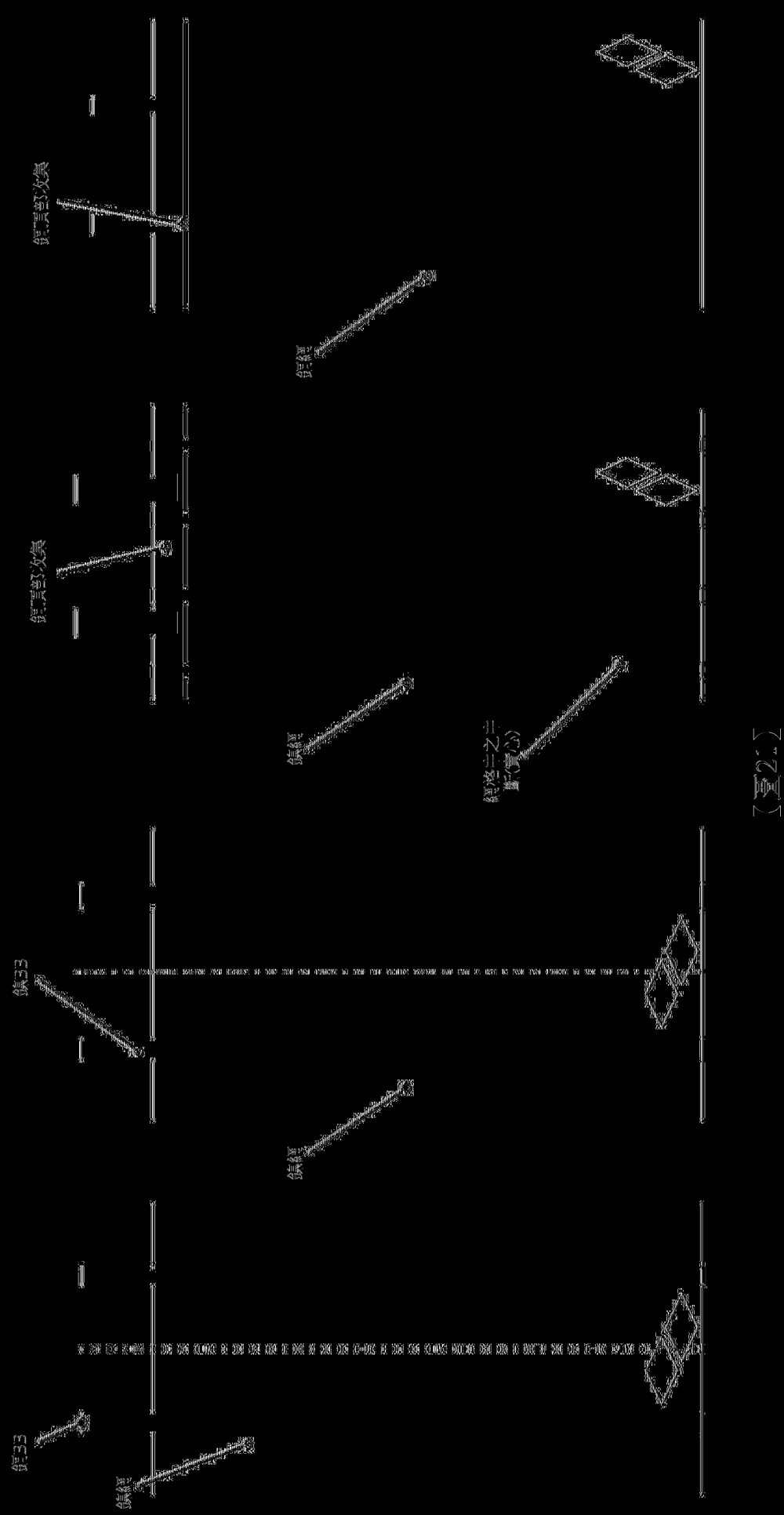




(圖20A)

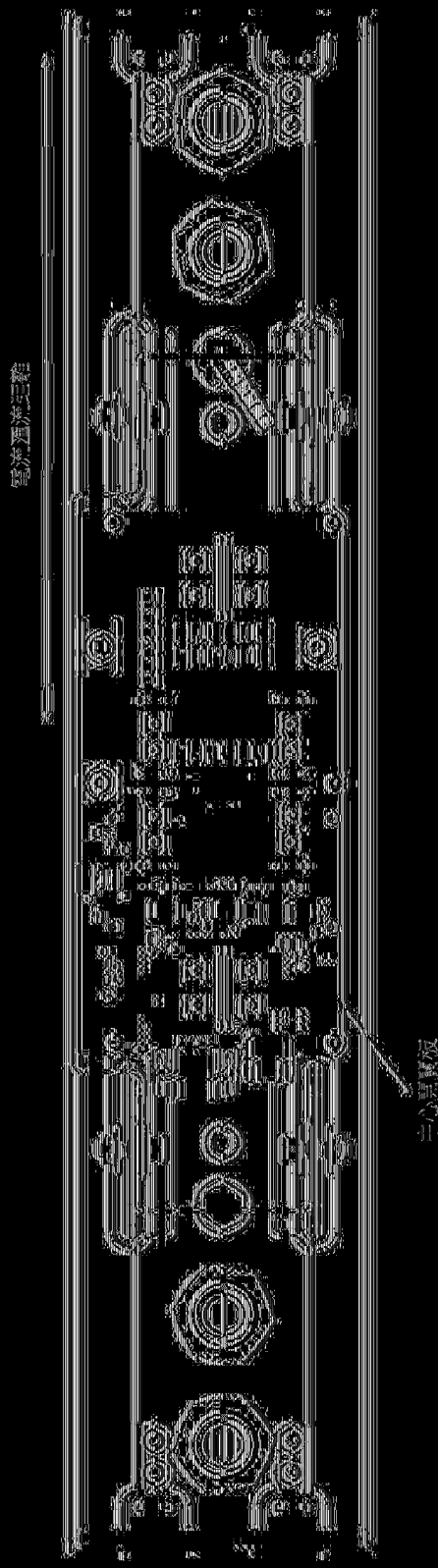


(圖203)

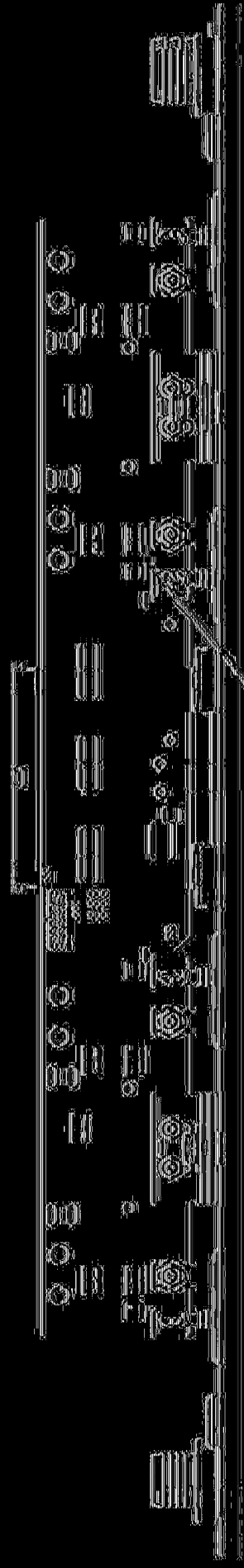




(圖22)

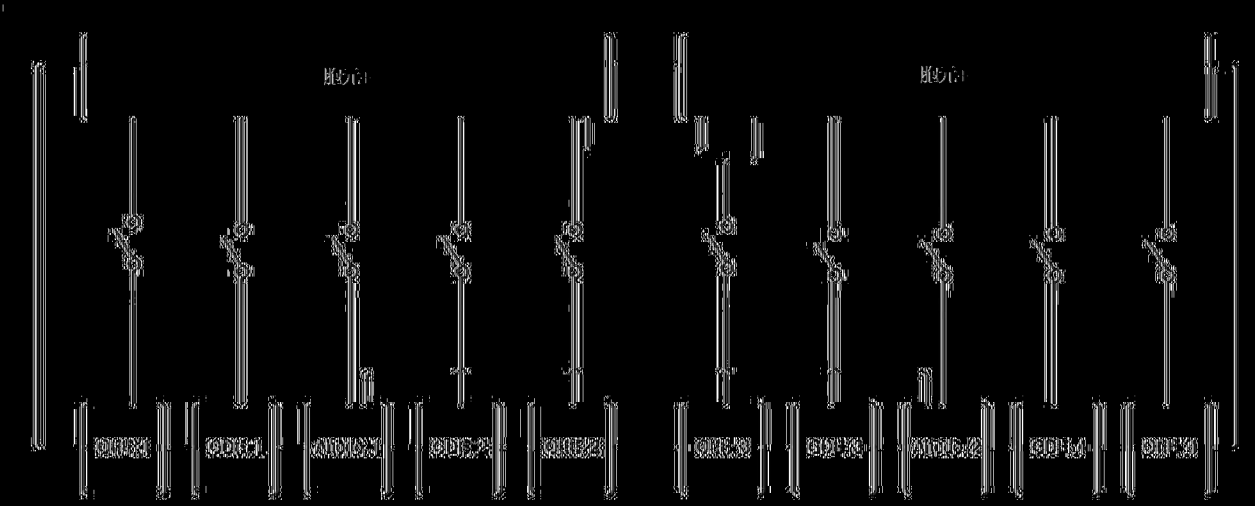


[圖23A]



聚芳族環氧樹脂定位之聚芳族
環氧樹脂更少的聚芳族

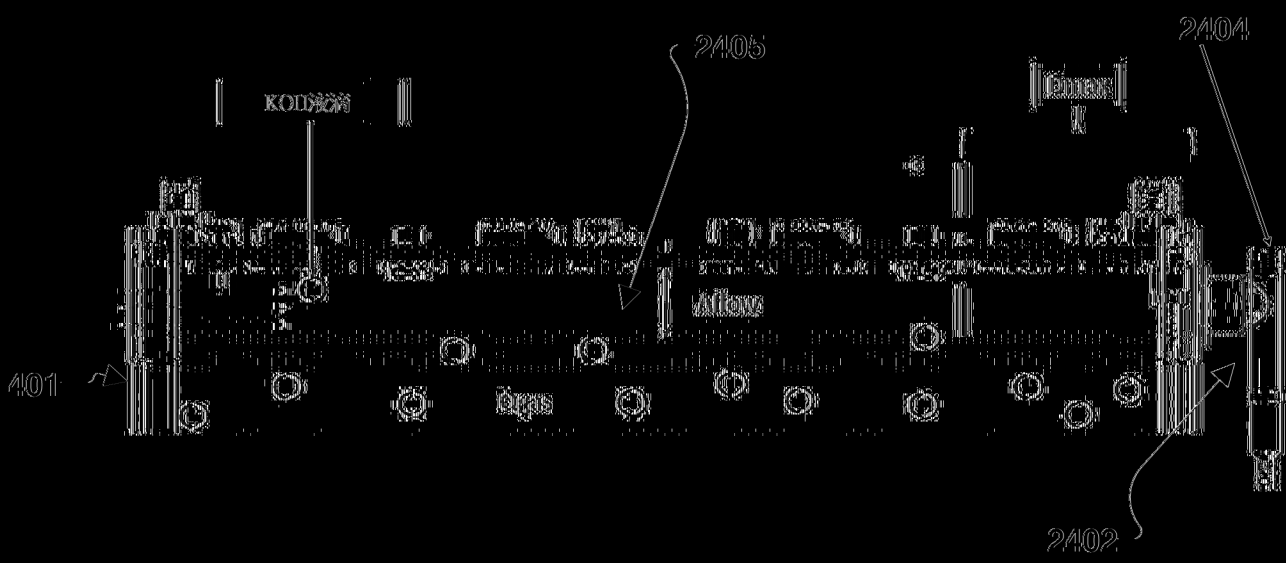
[圖23B]



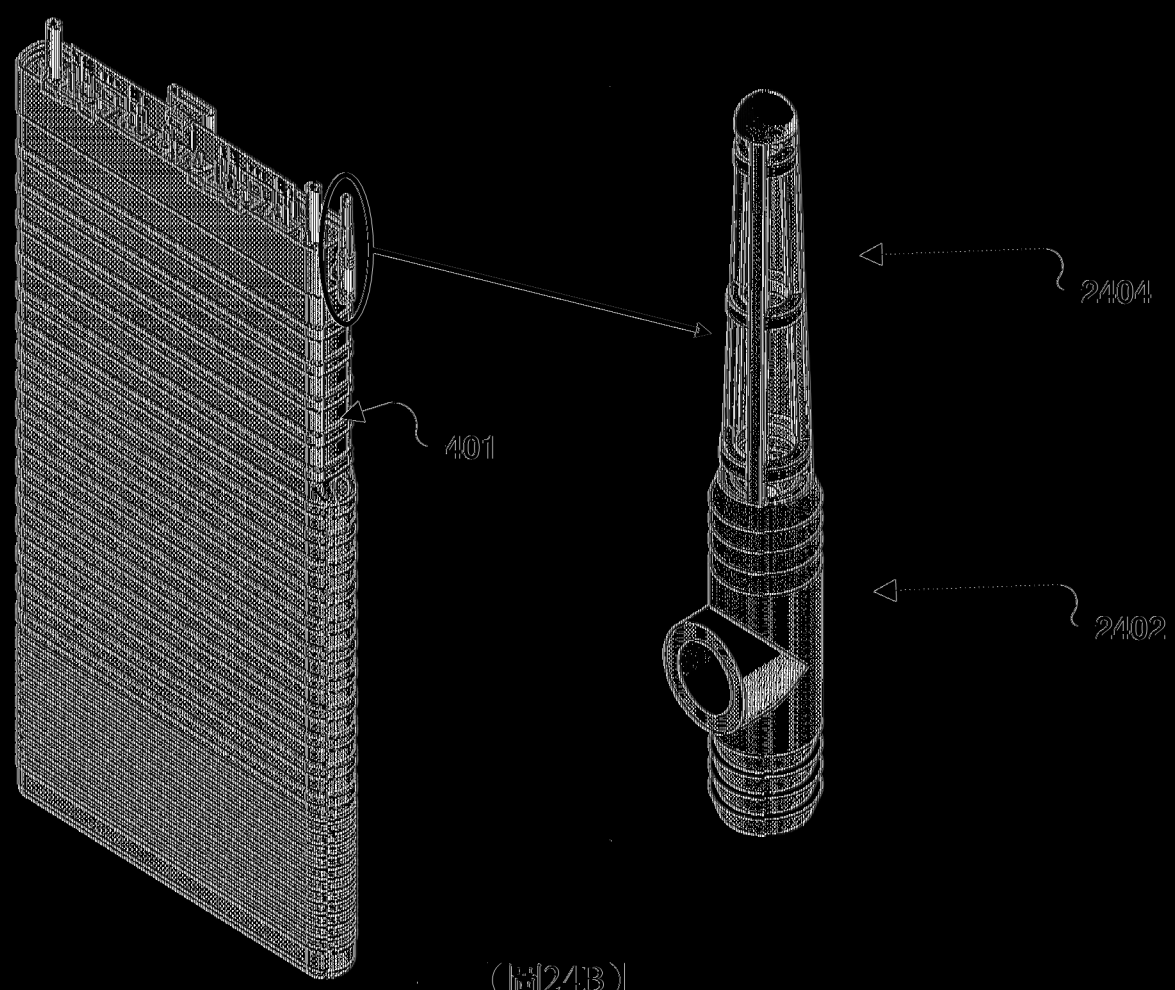
(圖23C)



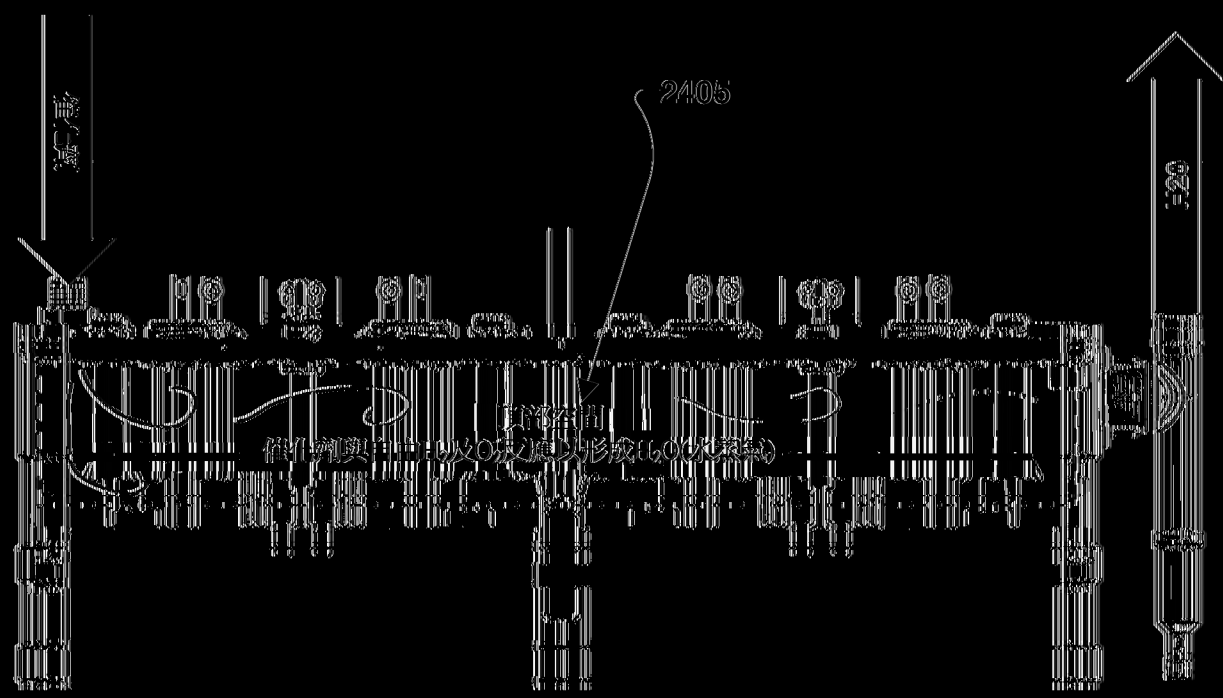
(圖23D)



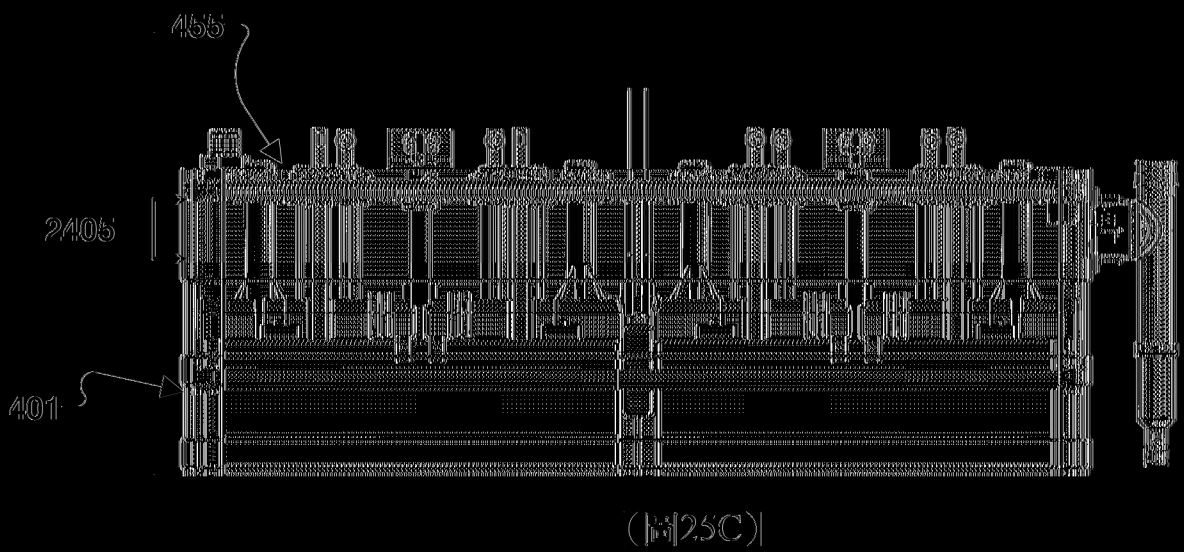
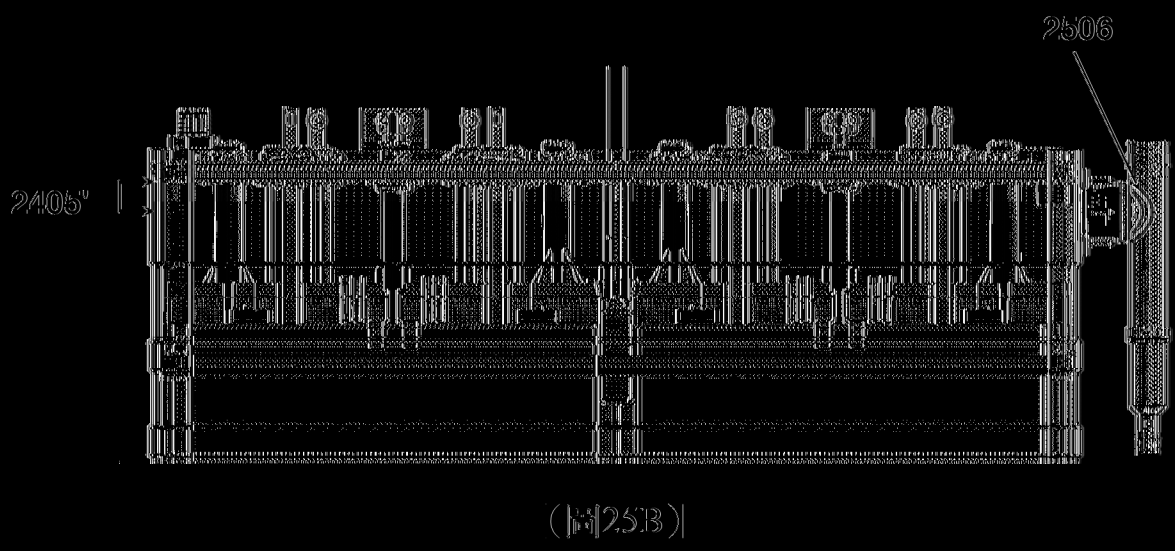
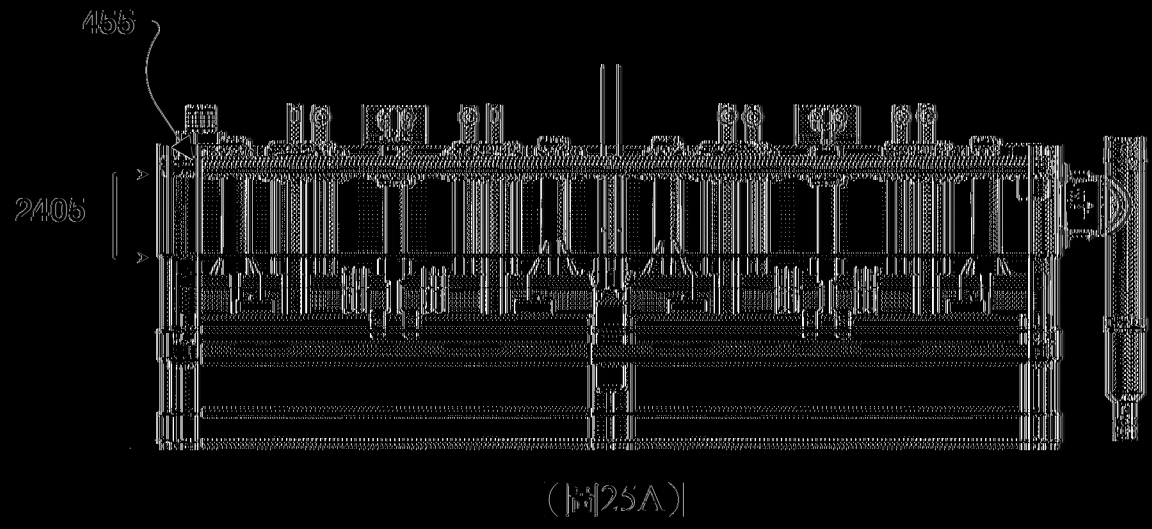
(圖24A)

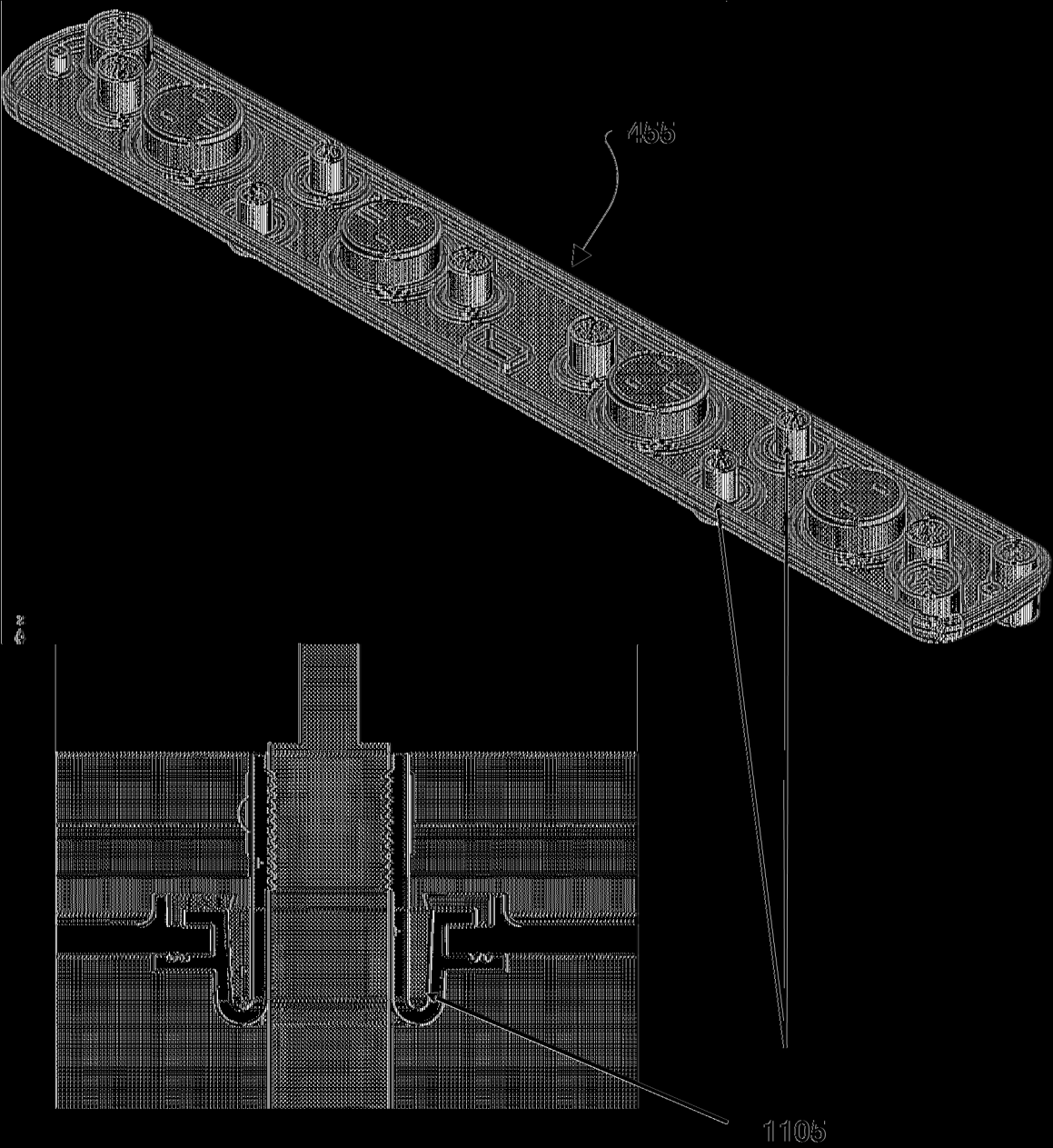


(圖24B)

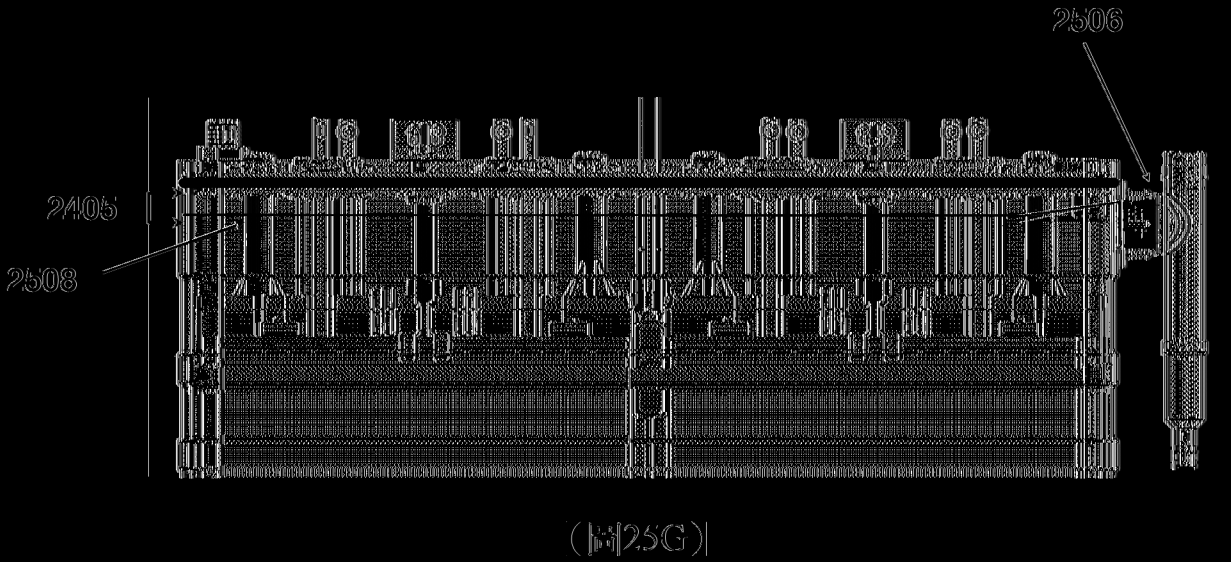
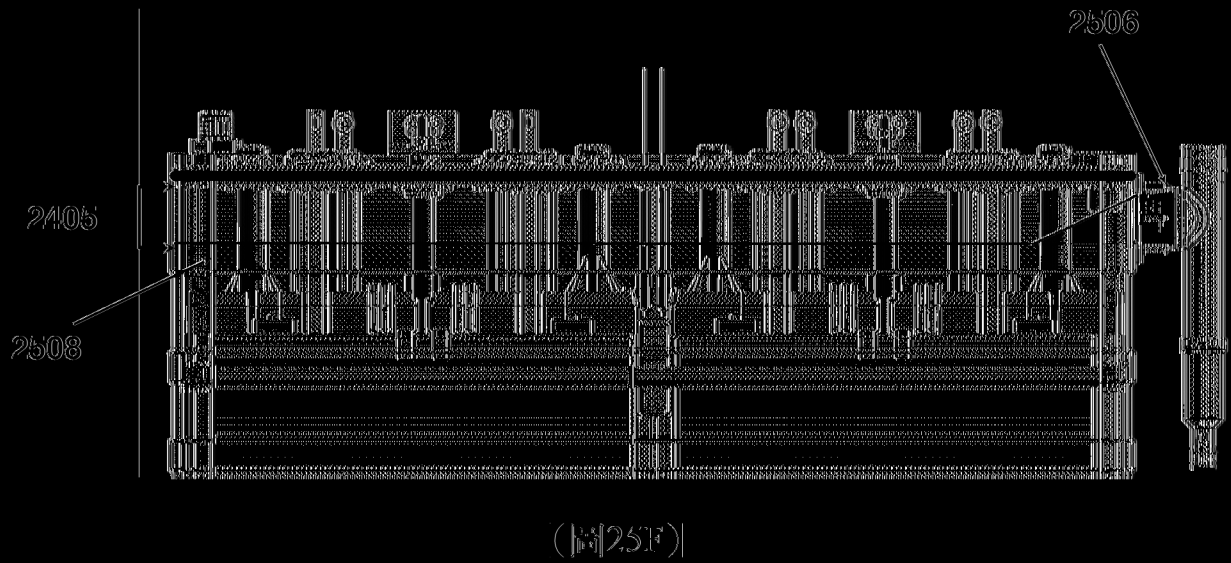
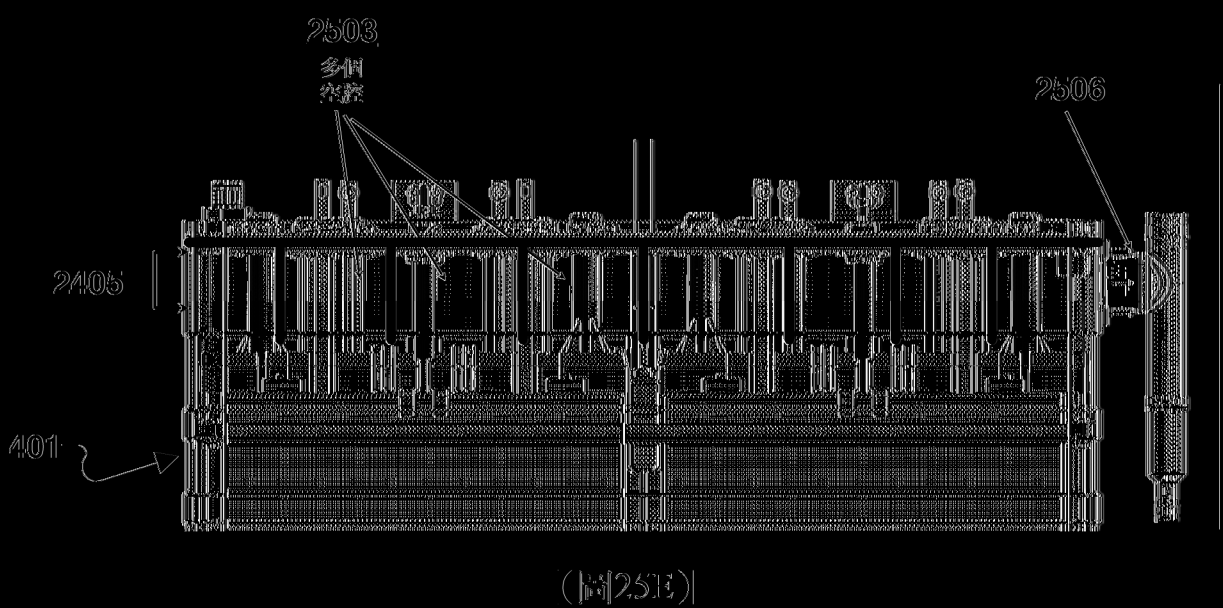


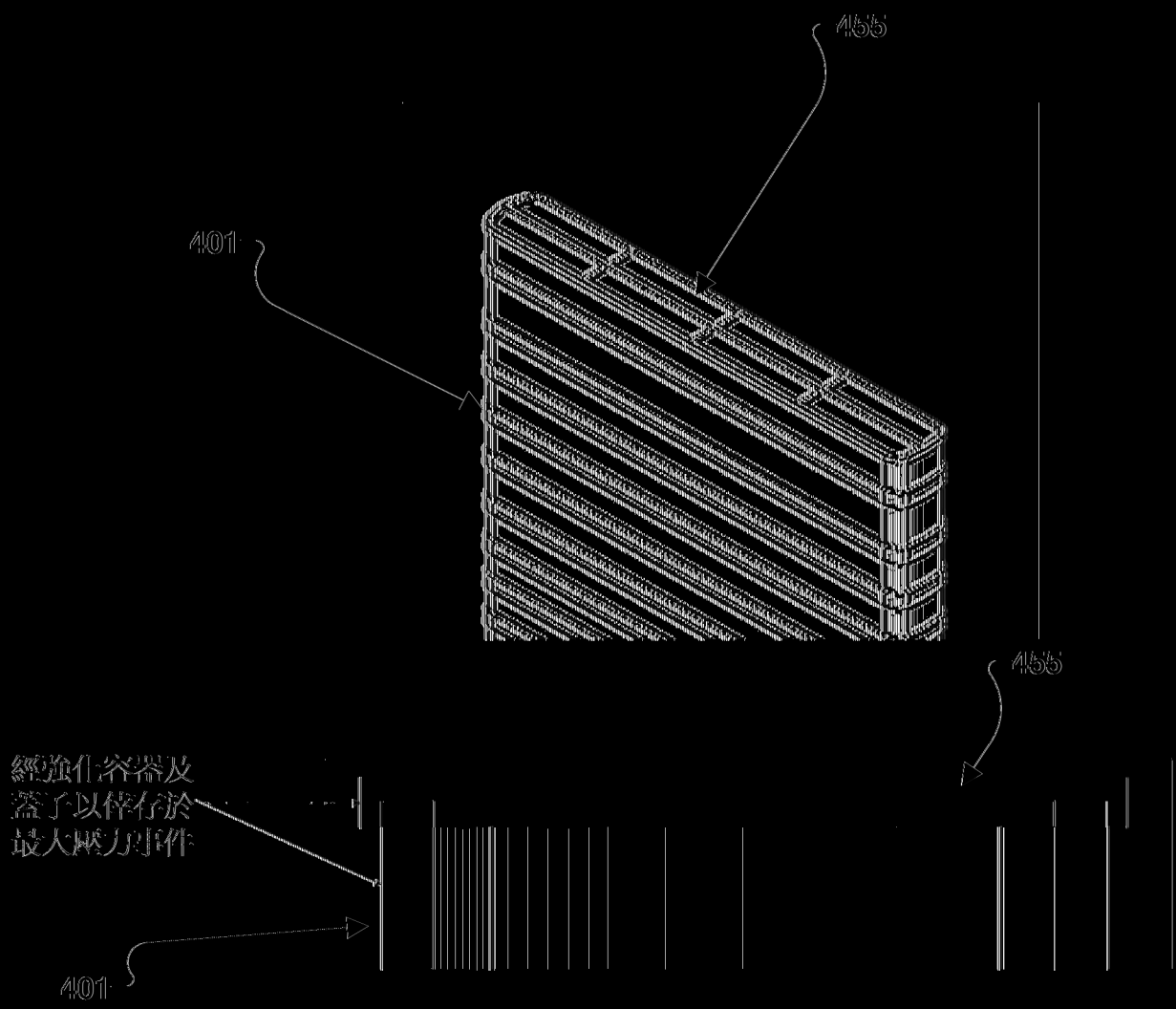
(圖24C)



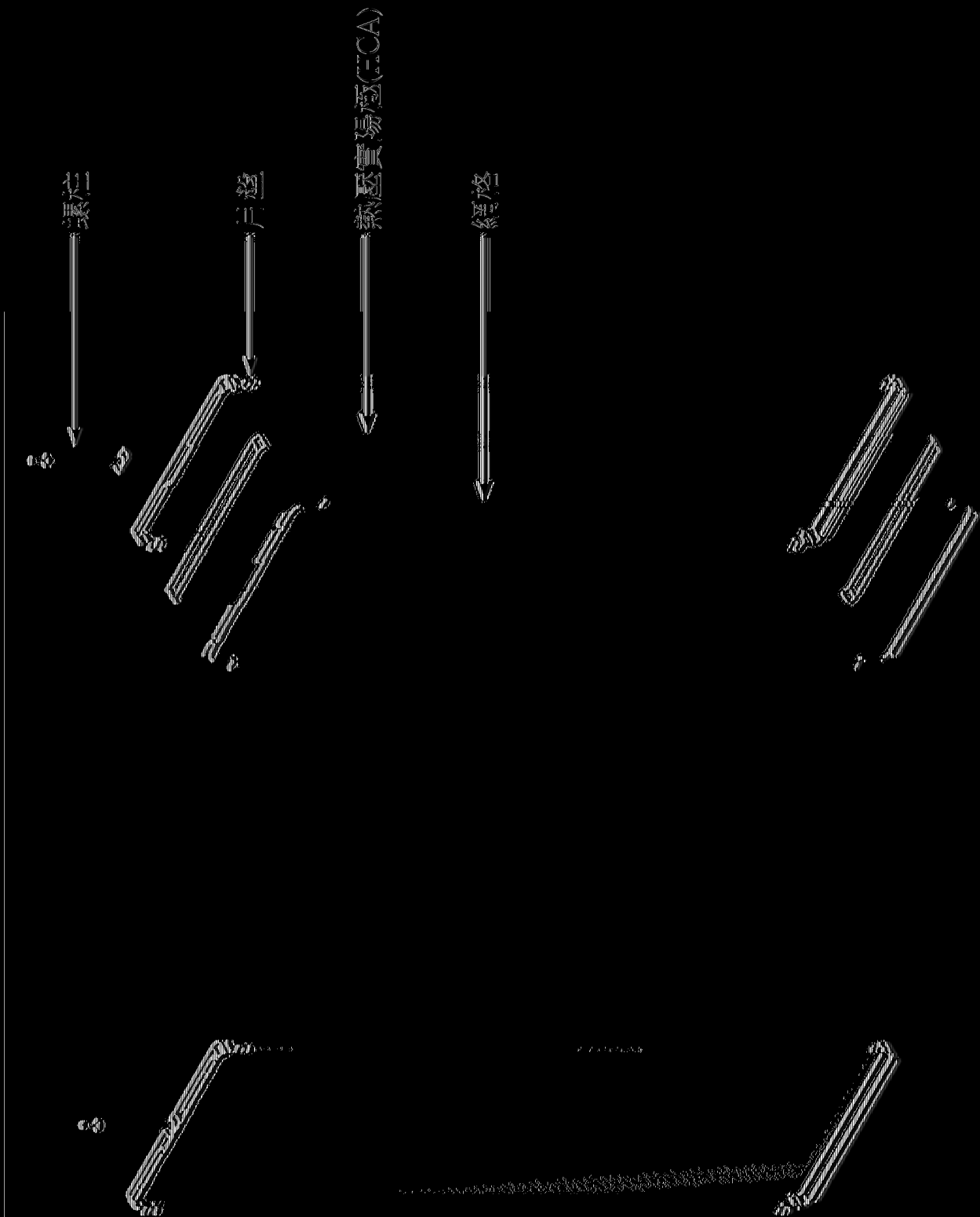


(圖25D)

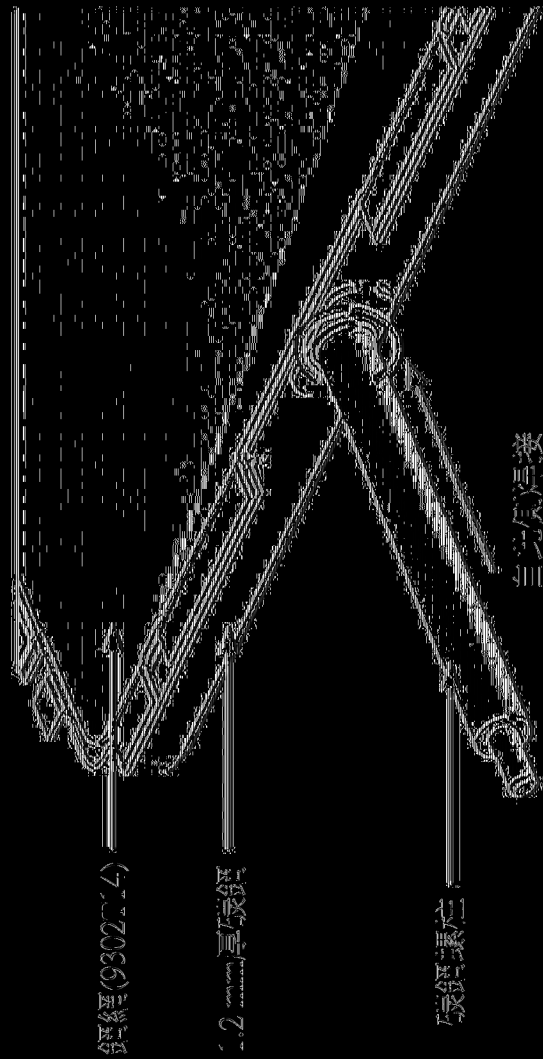
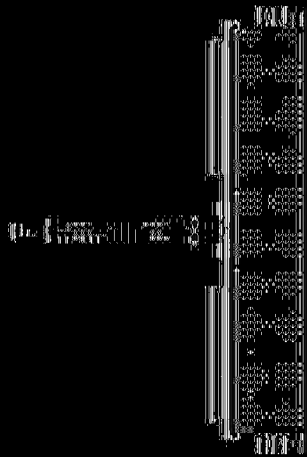
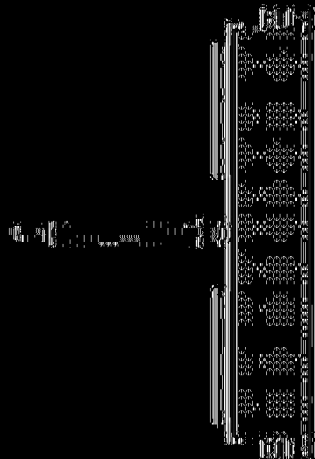
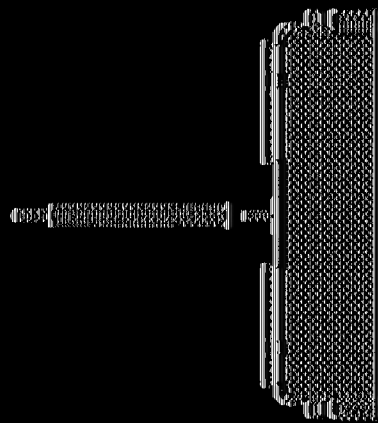




(圖25H)



【圖26A】



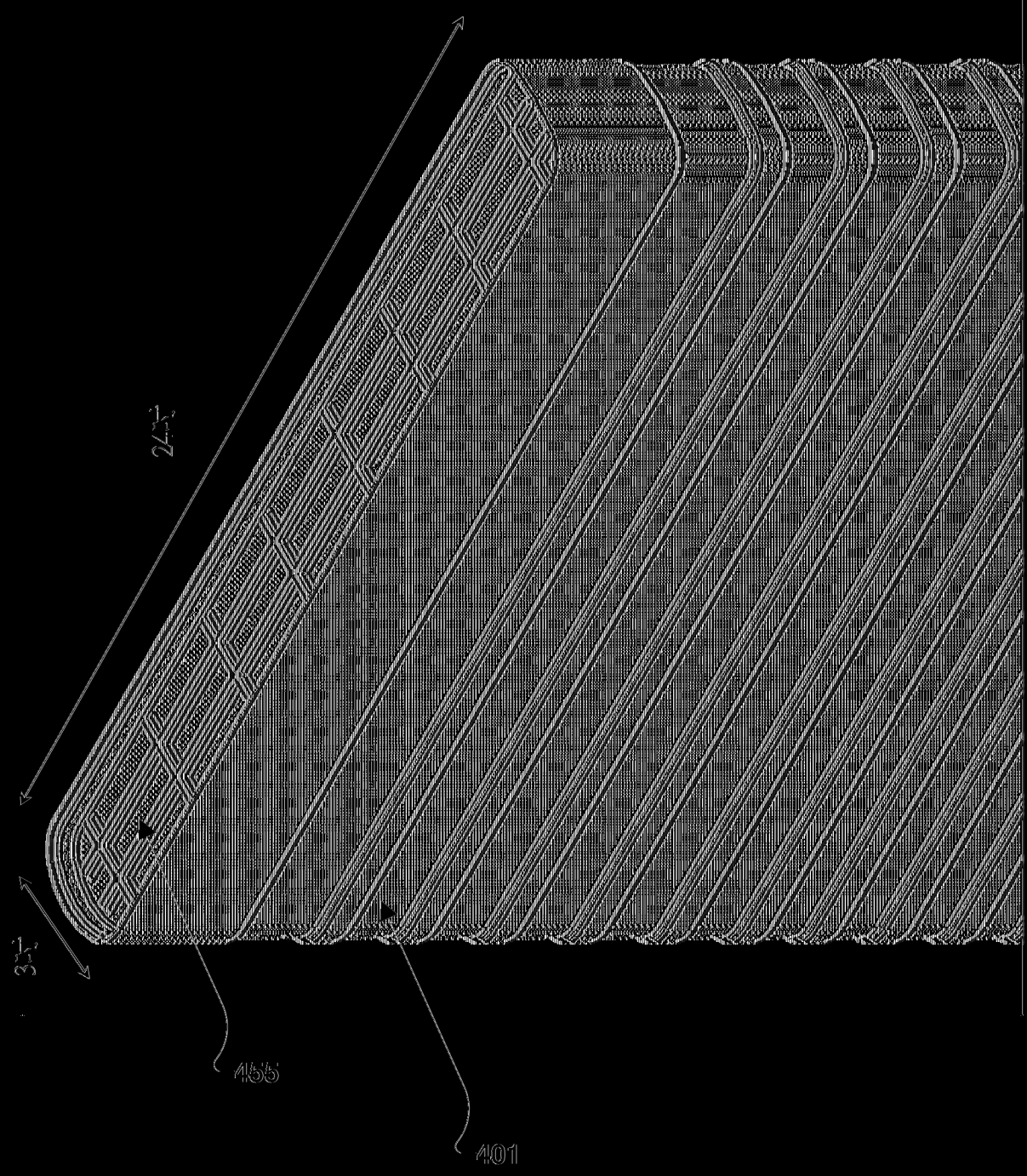
撒噴炭粉

鋁網(9302mm²)

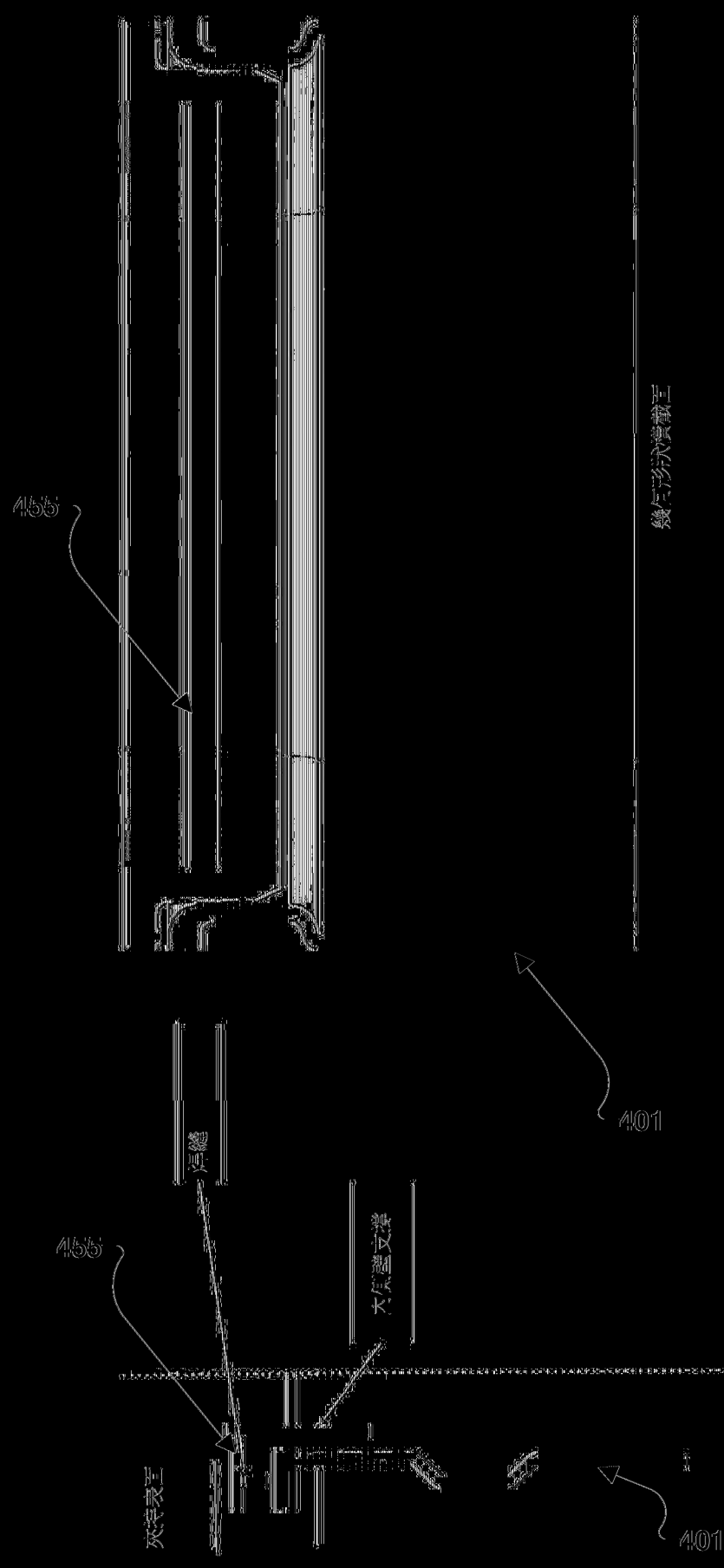
1.2mm厚炭網

炭網環

[圖263]

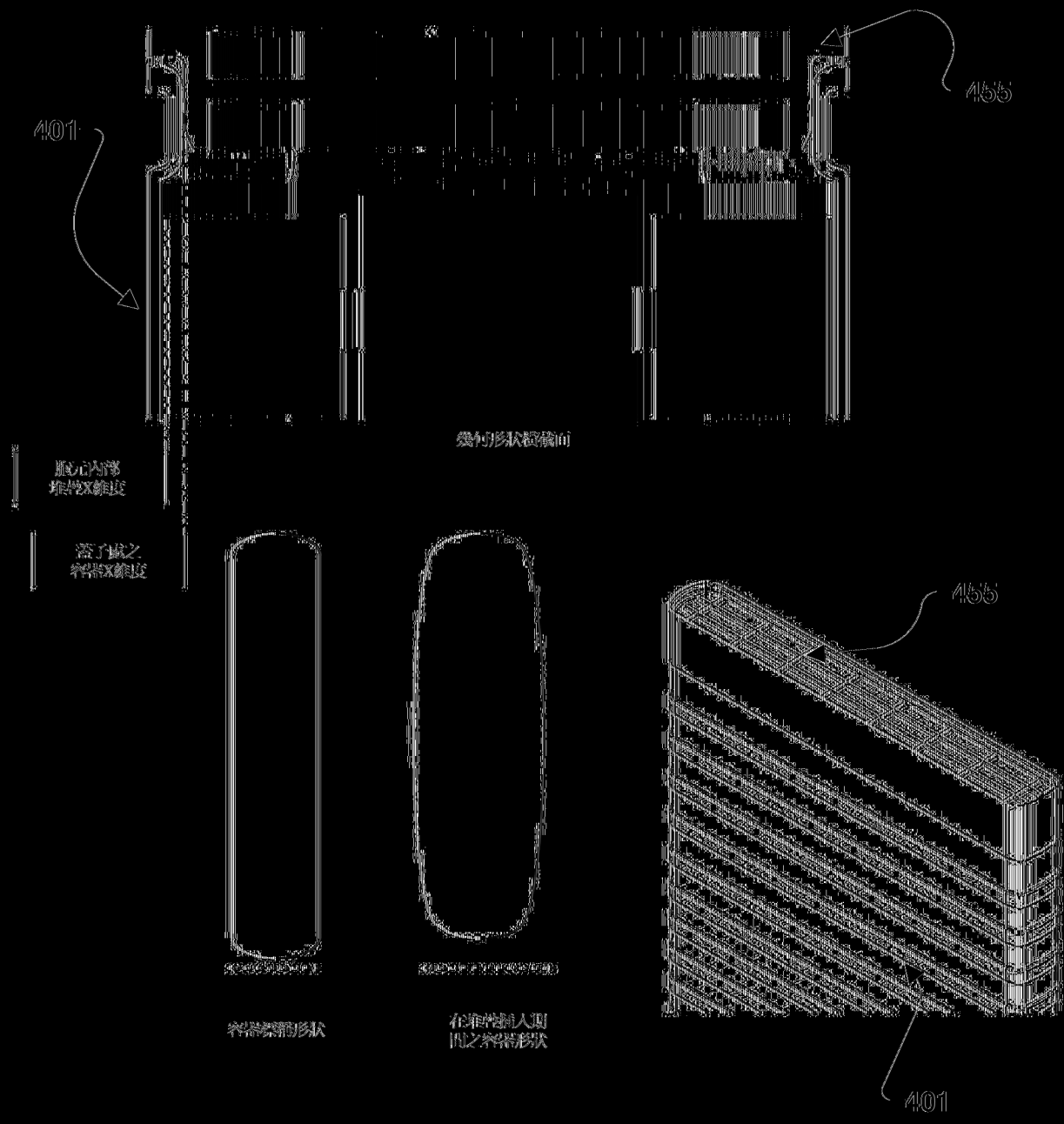


[圖27A]

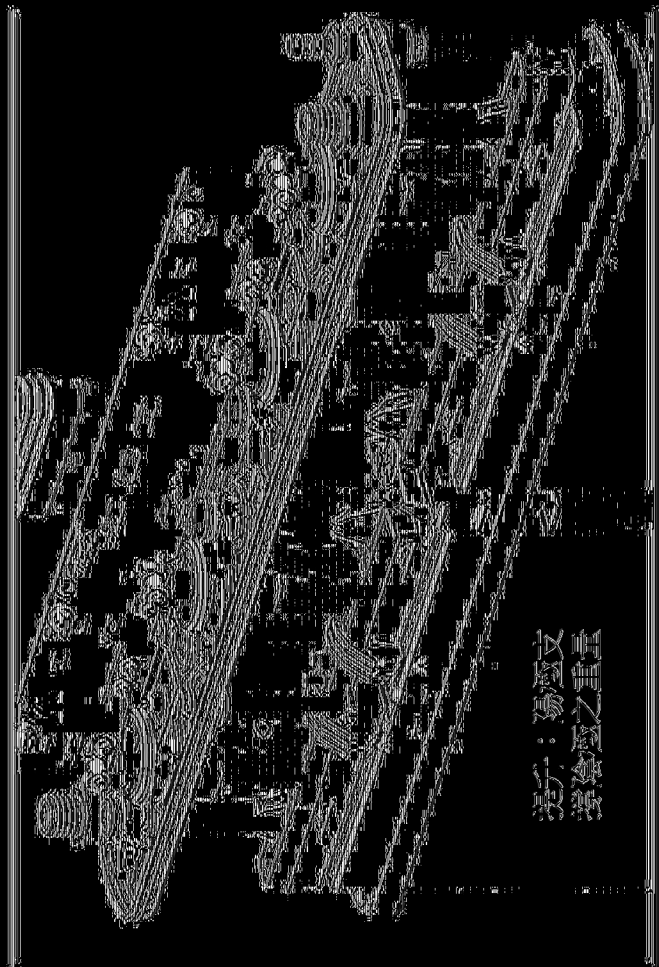


[圖273]





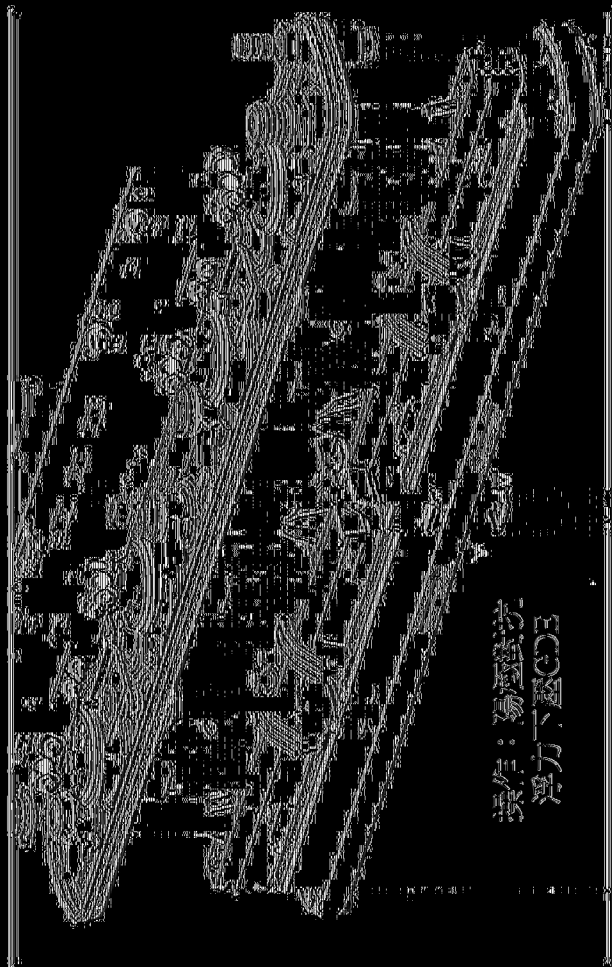
(同2/10)



自揚壓突片提升

蓋子空腔與文筆空腔之重量，無異於事物

提升：揚壓文筆
筆空腔之重量

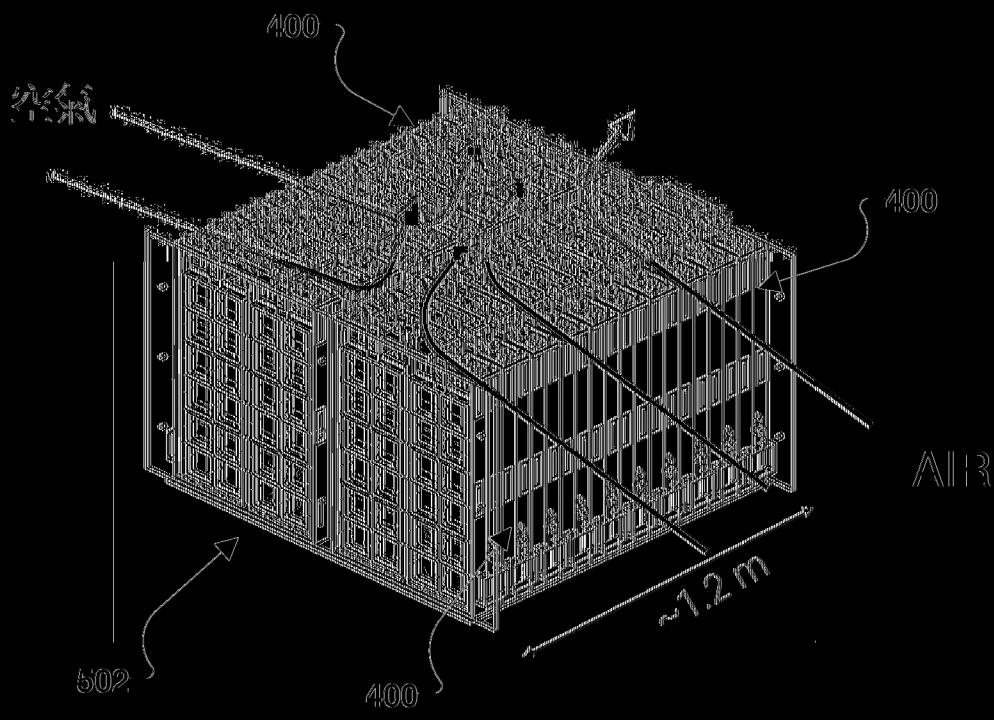


操作：揚壓文筆
浮力下壓GDE

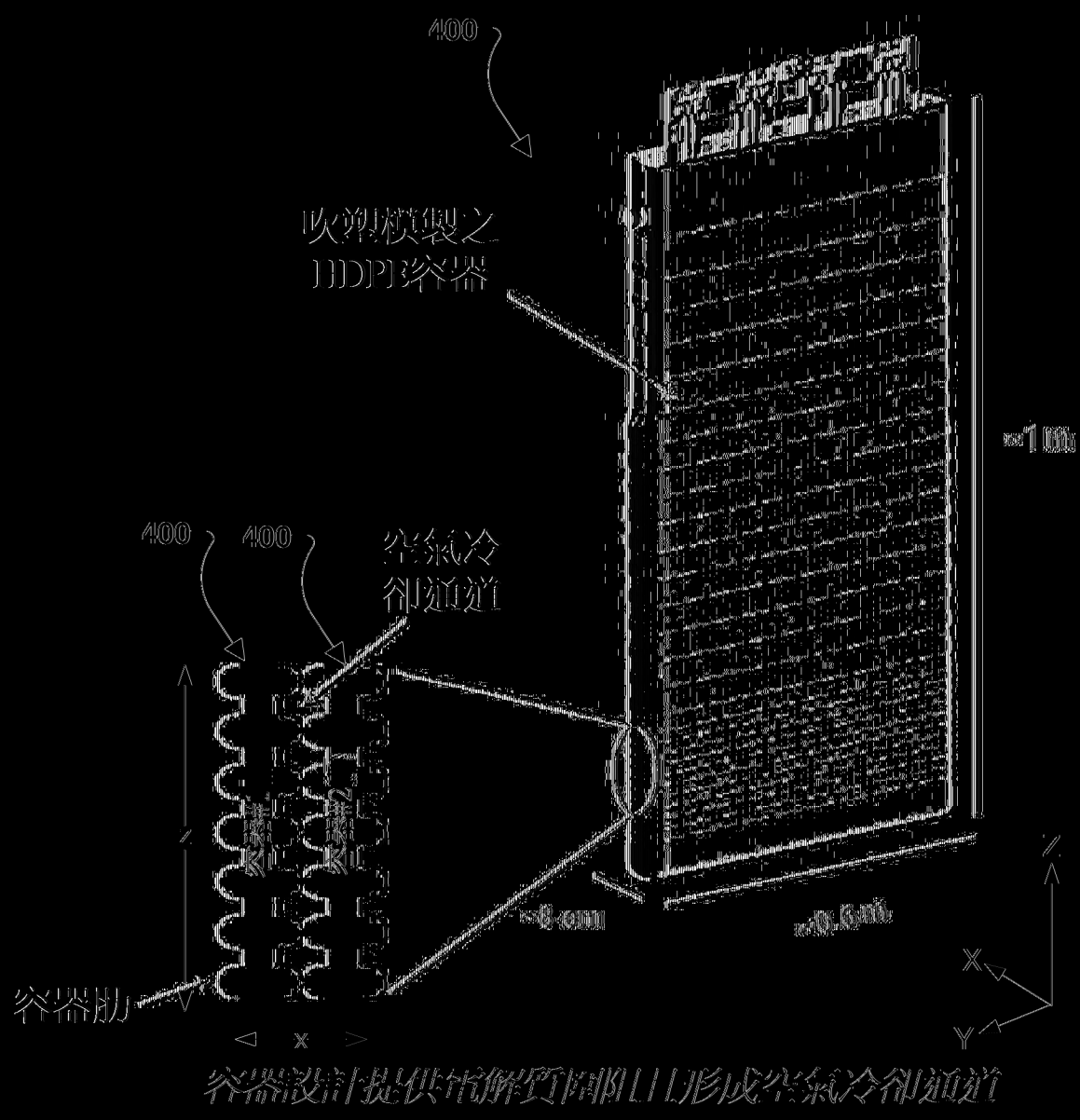
揚壓蓋文筆蓋子

揚壓蓋文筆蓋子
蓋子空腔與文筆空腔之重量，無異於事物

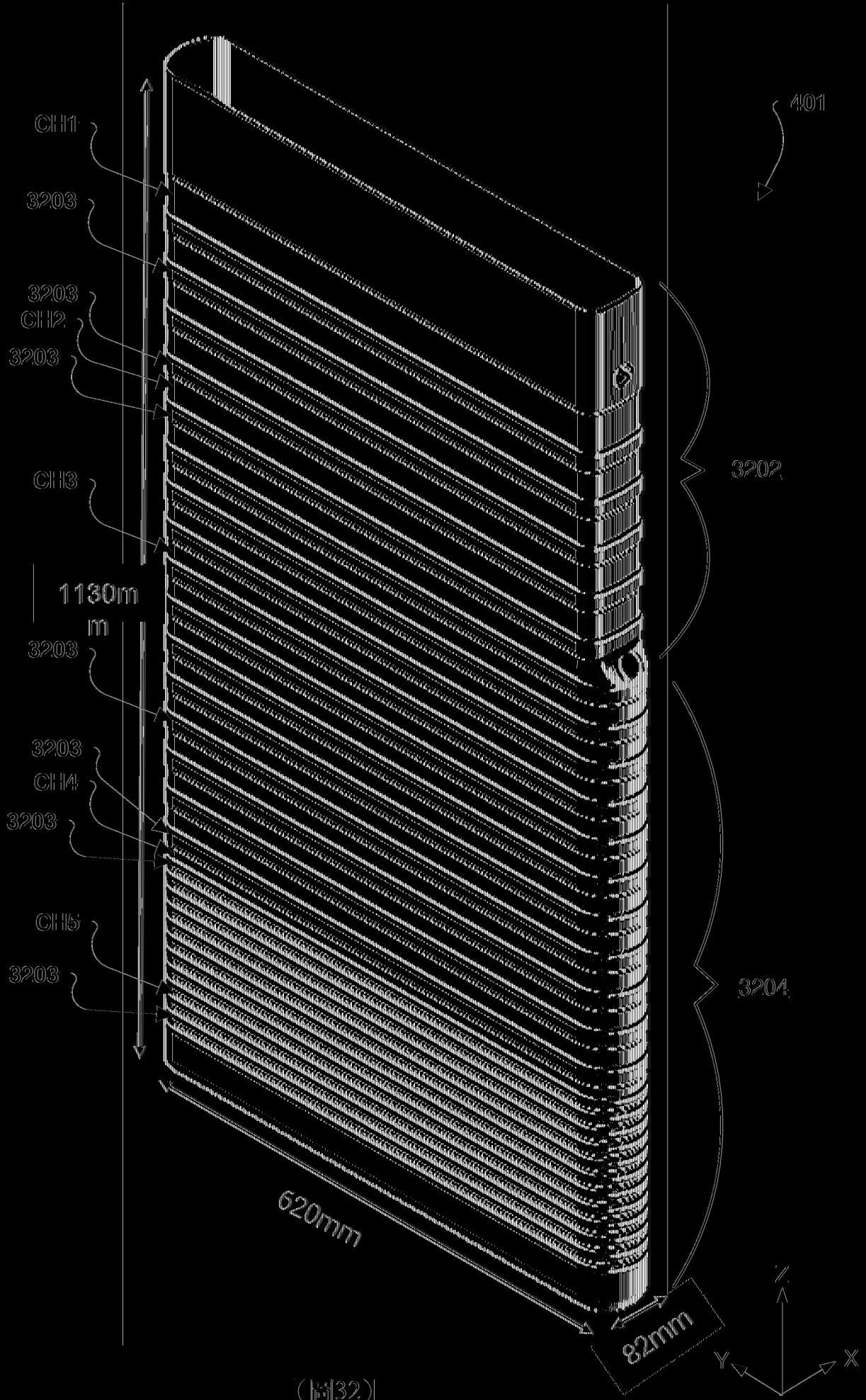
模組化熱管理設計：單元之間的強制空氣冷卻



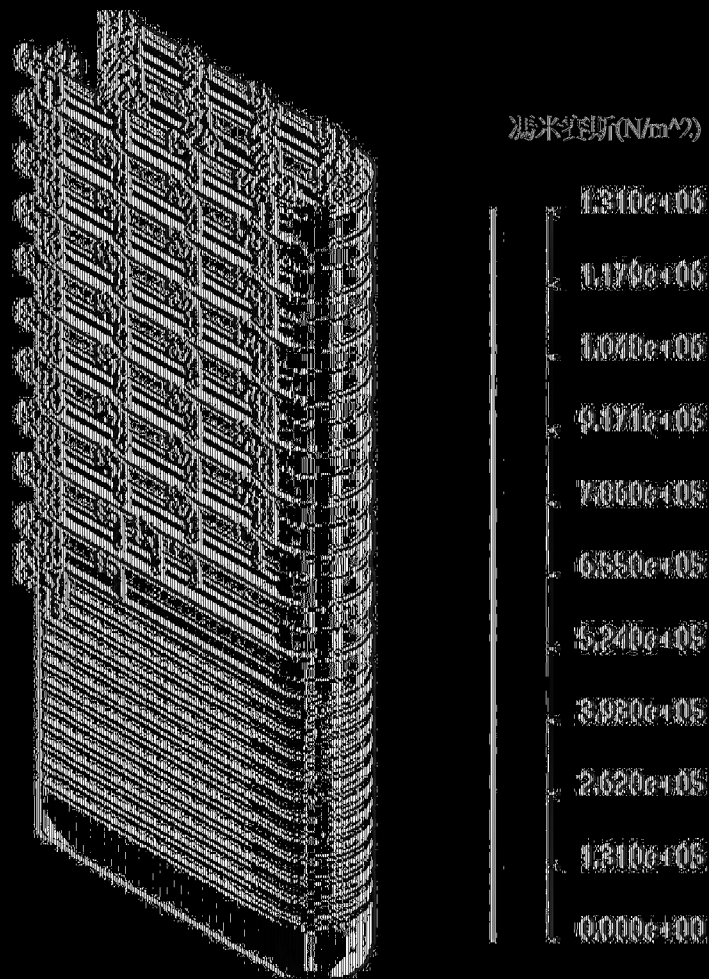
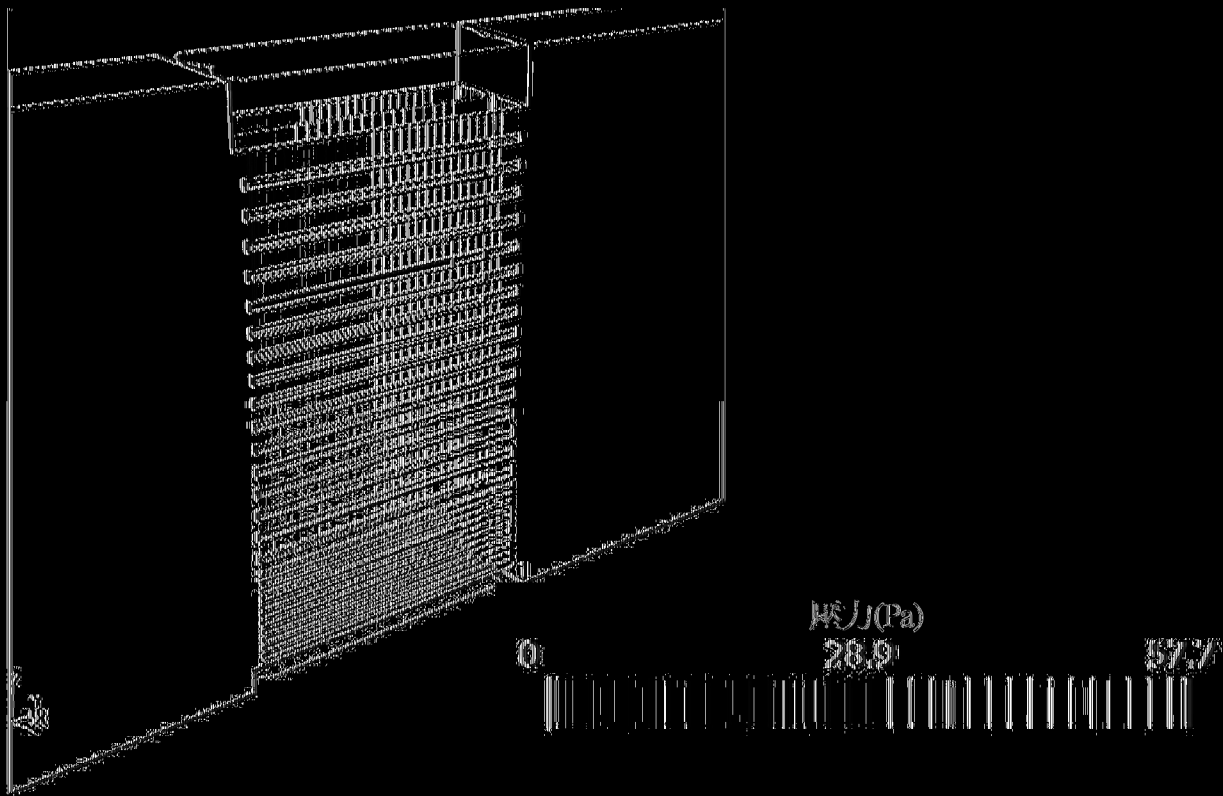
(圖30)



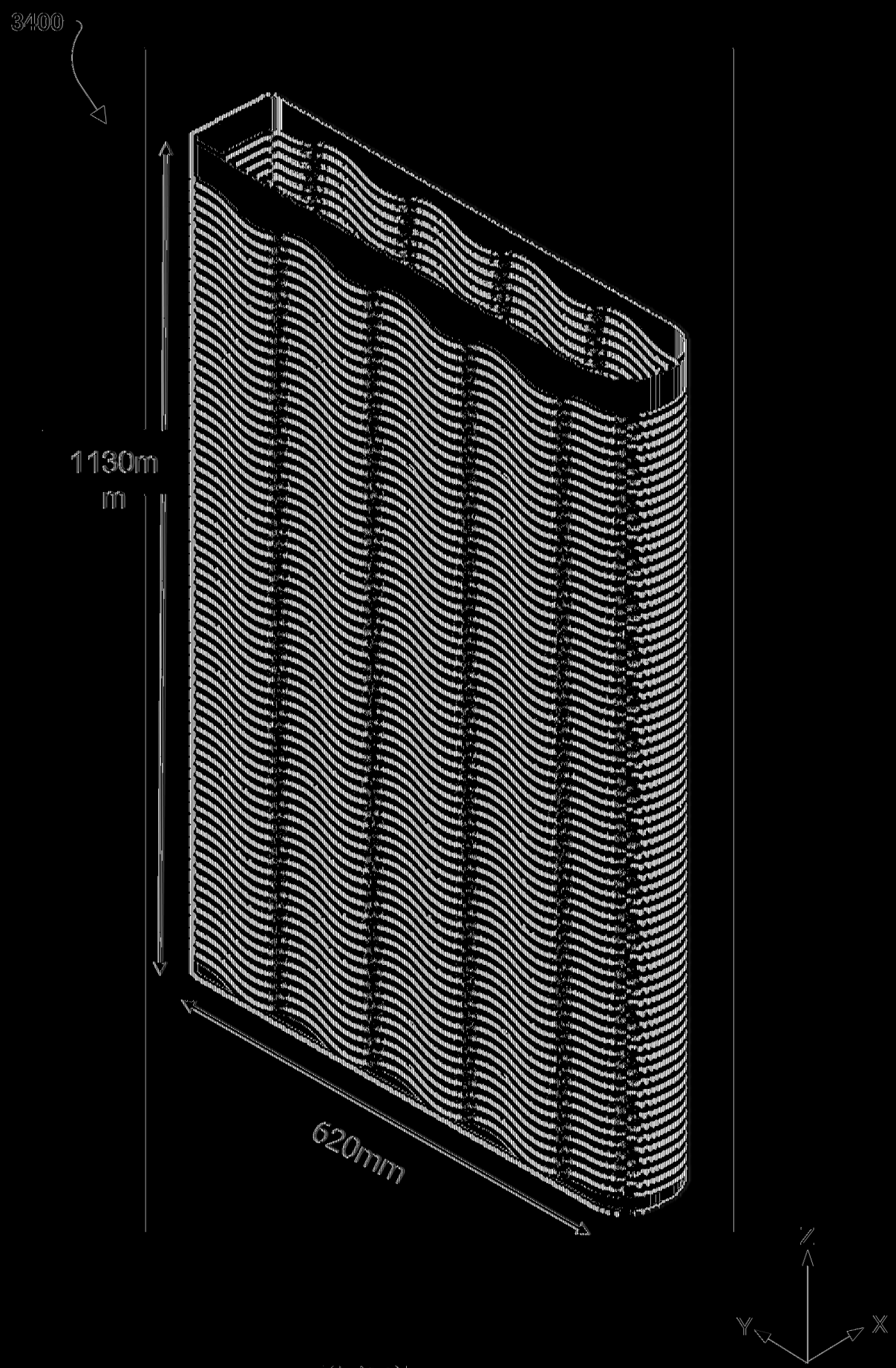
(圖31)

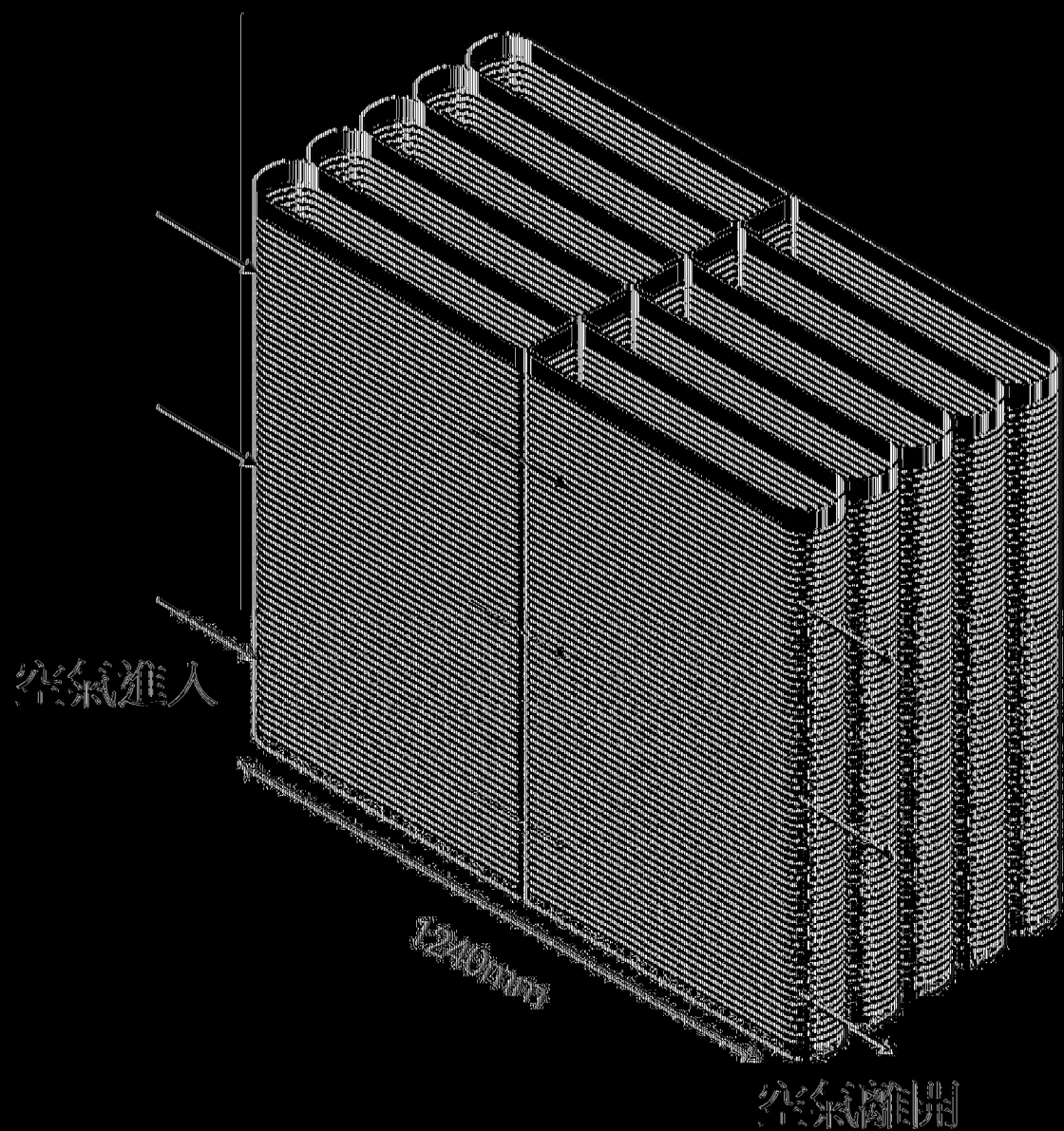


(圖32)

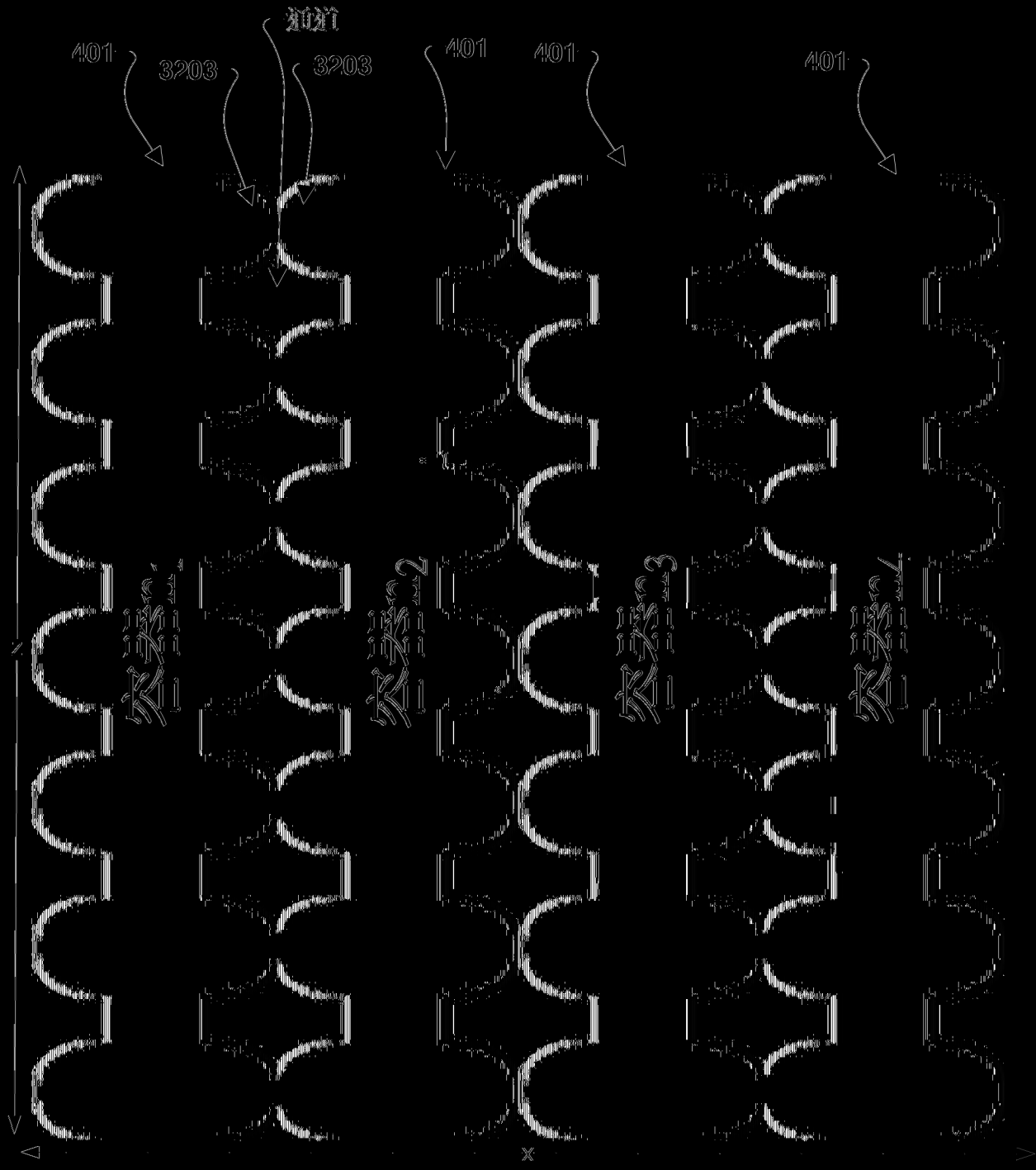


(圖33)





(圖35)



(圖36)