



(21)申請案號：112131757 (22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 08 月 23 日

(51)Int. Cl. : *H01M10/613 (2014.01)* *H01M10/656(2014.01)*
H01M12/08 (2006.01) *H01M50/186 (2021.01)*
H01M50/284 (2021.01) *H01M50/502 (2021.01)*
H01M50/543 (2021.01)

(30)優先權：2022/08/23 美國 63/373,297
2022/08/23 美國 63/373,299

(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 MILSHTEIN, JARROD DAVID (US)；奧坎波 傑梅 安德列斯 OCAMPO, JAIME ANDRES (CO)；瓦薩瓦達 恰拉克 喬斯希普拉 VASAVADA, JHALAK JOSHIPURA (US)；史雷德 艾倫 SLEDD, ALAN (US)；張 俊明 TRUONG, TUAN MINH (US)；莫翰 阿魯納 MOHAN, ARUNA (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：20 項 圖式數：39 共 101 頁

(54)名稱

用於金屬空氣電池之電池模組及系統介面之建構

(57)摘要

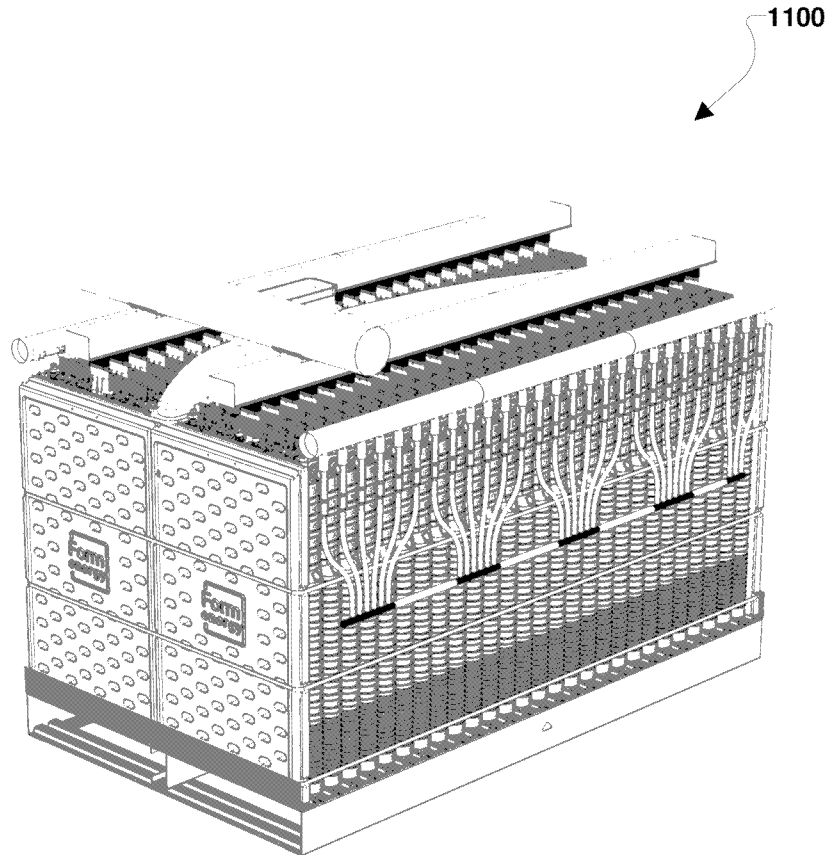
根據一項態樣，一種電力儲存系統可包含一圍封殼，及安置於該圍封殼中之一或多個模組。該一或多個模組之各者可包含彼此電耦合之複數個電化學胞元，該複數個電化學胞元之每一者包含一析氧電極(OEE)、一陽極、一氣體擴散電極(GDE)、一電解質及一容器，且在該容器內，該 OEE、該陽極及該 GDE 至少部分浸入於該電解質中。

According to one aspect, a power storage system may include an enclosure, and one or more modules disposed in the enclosure. Each of the one or more modules may include a plurality of electrochemical cells electrically coupled to one another, each one of the plurality of electrochemical cells including an oxygen evolution electrode (OEE), an anode, a gas diffusion electrode (GDE), an electrolyte, and a vessel and, within the vessel, the OEE, the anode, and the GDE at least partially immersed in the electrolyte.

指定代表圖：

符號簡單說明：

1100:模組



【圖11】

【發明摘要】

【中文發明名稱】

用於金屬空氣電池之電池模組及系統介面之建構

【英文發明名稱】

CONSTRUCTION OF BATTERY MODULE AND SYSTEMS
INTERFACES FOR METAL-AIR BATTERIES

【中文】

根據一項態樣，一種電力儲存系統可包含一圍封殼，及安置於該圍封殼中之一或多個模組。該一或多個模組之各者可包含彼此電耦合之複數個電化學胞元，該複數個電化學胞元之每一者包含一析氧電極(OEE)、一陽極、一氣體擴散電極(GDE)、一電解質及一容器，且在該容器內，該OEE、該陽極及該GDE至少部分浸入於該電解質中。

【英文】

According to one aspect, a power storage system may include an enclosure, and one or more modules disposed in the enclosure. Each of the one or more modules may include a plurality of electrochemical cells electrically coupled to one another, each one of the plurality of electrochemical cells including an oxygen evolution electrode (OEE), an anode, a gas diffusion electrode (GDE), an electrolyte, and a vessel and, within the vessel, the OEE, the anode, and the GDE at least partially immersed in the electrolyte.

【指定代表圖】

圖11

【代表圖之符號簡單說明】

1100: 模組

【發明說明書】

【中文發明名稱】

用於金屬空氣電池之電池模組及系統介面之建構

【英文發明名稱】

CONSTRUCTION OF BATTERY MODULE AND SYSTEMS
INTERFACES 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，一種電力儲存系統可包含一圍封殼，及安置於該圍封殼中之一或多個模組，該一或多個模組之各者包含彼此電耦合之複數個電化學胞元，該複數個電化學胞元之每一者包含一析氧電極(OEE)、一陽極、一氣體擴散電極(GDE)、一電解質及一容器，且在該容器內，該OEE、該陽極及該GDE至少部分浸入於該電解質中。

【0003】 在一些實施方案中，該複數個電化學胞元之各者可包含一印刷電路板(PCB)及一蓋子，該蓋子經支撐於該容器上，且該PCB經定向成垂直於該蓋子。

【0004】 在某些實施方案中，該一或多個模組之各者可包含含有電

纜及/或匯流排(busbar)之胞元至胞元匯流(busing)。

【0005】 在一些實施方案中，該複數個電化學胞元可配置成至少兩行，該複數個電化學胞元之每一者包含一胞元正極端子及一胞元負極端子，且一第一行中之該複數個電化學胞元之胞元正極端子使用兩條電纜電連接至一第二行中之該複數個電化學胞元之該等胞元負極端子。

【0006】 在某些實施方案中，該複數個電化學胞元之每一者可包含一印刷電路板(PCB)，且該一或多個模組之各者進一步包含可定位於該一或多個模組之一各自者中之該複數個電化學胞元之該等PCB上方之一罩蓋。

【0007】 在一些實施方案中，該複數個電化學胞元之每一者可包含一印刷電路板(PCB)、一蓋子及一保護罩蓋，該蓋子經支撐於該容器上，該PCB經支撐於該蓋子上，且該保護罩蓋可定位於該蓋子上以覆蓋該PCB。

【0008】 在某些實施方案中，該複數個電化學胞元之每一者可進一步包含可撓用於密封與一空氣供應管道流體連通之給定電化學胞元之絕緣環。

【0009】 在一些實施方案中，該電力儲存系統可進一步包含一充氣部及一墊片，其中該墊片安置於該充氣部與該複數個電化學胞元之至少一些之頂部部分之間。

【0010】 在某些實施方案中，該複數個電化學胞元之每一者之該容器可包含一側埠，該給定電化學胞元之該電解質可在一充電週期期間透過該側埠自該容器溢流。

【0011】 在一些實施方案中，該複數個電化學胞元之每一者可包含

可致動以防止用該電解質過度填充該容器之一浮閥。

【0012】 在某些實施方案中，在該模組中，該複數個電化學胞元可共同界定其等之間的冷卻通道，且強制氣流可透過該等冷卻通道在該複數個電化學胞元之間移動。

【0013】 在一些實施方案中，該一或多個模組之各者可進一步包含一棧板、端板及束帶，該複數個電化學胞元可在該棧板上支撐為兩行，該等端板在該兩行之各者之前端及後端處可釋放地固定至該棧板，且該束帶將該複數個電化學胞元之該兩行及該等端板一起固持於該棧板上。作為一實例，該棧板可界定切口，且該等端板經由該等切口可釋放地固定至該棧板。此外或代替性地，該一或多個模組之各者可進一步包含張緊部件，各張緊部件經由銷接頭連接至該等端板之一者至該棧板之一中心。又進一步或代替性地，該一或多個模組之各者可進一步包含一支架，且該等張緊部件可經由該等銷接頭機械地耦合至該支架。

【0014】 在某些實施方案中，該一或多個模組之各者可支撐該複數個電化學胞元，使得強制空氣可在相鄰電化學胞元之間移動。

【0015】 在一些實施方案中，該一或多個模組之各者可支撐該複數個電化學胞元，使得強制空氣可在該複數個電化學胞元之部分上方移動朝向給定模組之外側。

【0016】 在某些實施方案中，該複數個電化學胞元可形成為該一或多個模組之各者內之區塊且強制空氣可在該一或多個模組內之該等區塊之間移動。

【0017】 在一些實施方案中，該一或多個模組可包含複數個模組，該複數個模組之每一者將該複數個電化學胞元支撐為兩行，該複數個模組

之每一者在該圍封殼內相對於彼此間隔，使得強制空氣可在該複數個模組之每一者之該兩行之各者之末端處之該等電化學胞元之例項上方移動。

【0018】 在某些實施方案中，該複數個電化學胞元可包含鐵空氣型電池胞元、鋅空氣型電池胞元及/或鋰空氣電池胞元。

【圖式簡單說明】

【0019】 圖1係根據各項實施例之一發電系統之一系統方塊圖。

【0020】 圖2係根據各項實施例之一發電系統之一系統方塊圖。

【0021】 圖3係一電化學胞元之組件之一示意性表示。

【0022】 圖4A係一電化學胞元之一外部分之一透視圖。

【0023】 圖4B係圖4A之電化學胞元之內部部分之一分解圖。

【0024】 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。

【0025】 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。

【0026】 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。

【0027】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。

【0028】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。

【0029】圖6B係被展示為門被移除之圖6A之圍封殼之一透視圖。

【0030】圖6C係圖6A之圍封殼之一下部結構之一透視圖。

【0031】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。

【0032】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。

【0033】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。

【0034】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。

【0035】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。

【0036】 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。

【0037】 圖11係包含多個電化學胞元之一模組之一示意性表示。

【0038】 圖12A係垂直於一電化學胞元之一蓋子安裝之一印刷電路板(PCB)之一自上而下視圖。

【0039】 圖12B係垂直於圖12A之蓋子安裝之PCB之一側視圖。

【0040】 圖13A係電化學胞元之一堆疊之一自上而下視圖，其中四條電纜將一電化學胞元之一PCB上之四個胞元正極端子之各者連接至該堆疊中之下一個電化學胞元上之四個胞元負極端子。

【0041】 圖13B係電化學胞元之一堆疊之一自上而下視圖，其中使用匯流排來將一電化學胞元之一PCB上之四個胞元正極端子之各者連接至該堆疊中之下一個電化學胞元上之四個胞元負極端子。

【0042】 圖13C係一模組中之電化學胞元群組之間的電連接之一示意性表示。

【0043】 圖14A至圖14B係電化學胞元之PCB之罩蓋之示意性表示。

【0044】 圖15係用於一模組之空氣供應管道密封之可撓性包覆模製之絕緣環的一示意性表示。

【0045】 圖16係包含在一模組與一充氣部之間的一墊片之該模組之一示意性表示。

【0046】 圖17係用於電化學胞元之電解質液位管理之一示意性表示。

【0047】 圖18係用於電解質體積液位之被動控制之一系統之一示意

性表示。

【0048】 圖19係一電池模組中之熱管理組件之一示意性表示。

【0049】 圖20A至圖20B係對模組之電化學胞元提供保護及支撐之模組結構之示意性表示。

【0050】 圖21係一模組之一棧板之一示意性表示，該棧板包含用於電化學胞元及端板之定位及保持之特徵。

【0051】 圖22至圖39係與金屬空氣電池之模組之熱管理之態樣相關聯的運算流體動力學/有限元素分析模擬結果。

【實施方式】

相關申請案之交叉參考

【0052】 本申請案主張2022年8月23日申請之美國臨時專利申請案63/373,297及2022年8月23日申請之美國臨時專利申請案63/373,299之優先權利，其中此等申請案之各者之全部內容藉此以引用的方式併入本文中。

【0053】 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。

【0054】 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。

【0055】 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/或胞元組件之建構及組態。

【0056】 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。

【0057】 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。

【0058】 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。

【0059】 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。

【0060】 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。

【0061】 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。

【0062】 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。

【0063】 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。

【0064】 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LODES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。

【0065】 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。

【0066】 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。

【0067】 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。

【0068】 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。

【0069】 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。

【0070】 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。

【0071】 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。

【0072】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。

【0073】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212C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。

【0074】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。

【0075】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。

【0076】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。

【0077】 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。

【0078】 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。

【0079】 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。

【0080】 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)。

【0081】 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。

【0082】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。

【0083】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。

【0084】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。

【0085】 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。

【0086】 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。

【0087】 現參考圖1至圖4B，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。

【0088】 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。

【0089】 容器401可能已在其內安置陽極總成402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) 403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。

【0090】 OEE 403可安置於容器401內，在陽極總成402與GDE 404之間。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。

【0091】 一般而言，OEE 403、陽極總成402及GDE 404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之建構(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。

【0092】 參考圖1至圖4B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。

【0093】 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。

【0094】 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502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。

【0095】 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之例項之間距及模組504之各自列以及前部及後部之間距。

【0096】 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。

【0097】 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)。

【0098】 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。

【0099】 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。

【0100】 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。

【0101】 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。

【0102】 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。

【0103】 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。

【0104】 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。

【0105】 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。

【0106】 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。

【0107】 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。

【0108】 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。

【0109】 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。

【0110】 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。

【0111】 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。

【0112】 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。

【0113】 圖11中展示一電池系統中之含有複數個電化學胞元之一模組。參考圖1至圖11，一模組1100可包含兩列金屬空氣電池(例如，圖4A至圖4B中之電化學胞元400之兩列例項)。

【0114】 在各胞元內，一胞元級控制印刷電路板(PCB)可與所有電極突片進行實體接觸，同時亦容許對空氣埠及任何電連接之接取。在一些實施方案中，PCB可經定向成平行於電化學胞元之蓋子。然而，此定向可使PCB特別容易受到水、霧或冷凝物之損壞，此係因為液體可匯集(pool)於PCB之頂部上，從而引起組件之間的短路。此外或代替性地，當PCB經

定向成平行於電化學胞元之蓋子時，自蓋子洩漏之流體可直接噴射至PCB之底部上之組件上。因此，在各項實施例中，電化學胞元可包含經定向成垂直於蓋子而非平行於蓋子之一PCB。

【0115】 圖12A及圖12B分別係一電化學胞元1200之一蓋子1255之自上而下視圖及側視圖。電化學胞元1200可包含相對於蓋子1255垂直定向之一PCB 1202。在一些實施例中，此組態可促成對空氣埠及/或電化學胞元1200之蓋子1255上之其他電或管路系統連接之容易接取。此外或替代性地，任何冷凝物或其他液體可歸因於重力而從PCB 1202滴落。

【0116】 基於所實施之分佈式切換，各項實施例之電化學胞元可有效地具有四個胞元正極端子及四個胞元負極端子。因此，串聯或並聯附接之電化學胞元可具有四個連接器。

【0117】 圖13A至圖13B係用於連接經堆疊電化學胞元之選項之示意性表示。由於胞元之縱橫比，可藉由堆疊電化學胞元來達成一短匯流距離，從而導致如相較於電化學胞元之其他配置改良之系統效率。

【0118】 圖13A係電化學胞元(例如，圖4A至圖4B中之電化學胞元400)之一堆疊1300之一自上而下視圖。在堆疊1300中，四條電纜可將一電化學胞元之PCB 1202上之四個胞元正極端子之各者連接至堆疊中之下一個電化學胞元上之四個胞元負極端子(陽極)。

【0119】 圖13B係電化學胞元(例如，圖4A至圖4B中之電化學胞元400)之一堆疊1350之一自上而下視圖，其中使用匯流排來代替電纜，且匯流排提供自一個胞元上之陽極至堆疊中之下一個胞元上之控制器之一剛性電連接。

【0120】 圖13C係一模組1370中之電化學胞元群組之間的電連接之

一示意性表示，該模組1370包含配置成至少兩行之複數個電化學胞元。在模組層級，各電化學胞元可如模組1370中所展示般串聯連接成一U形。此外或替代性地，為將一行連接至下一行，兩條電纜1371a、1371b可將一行之胞元正極端子1374連接至下一行上之胞元負極端子1376。此外，模組1370可連接至相鄰模組(圖13C中未展示)。

【0121】 一電化學胞元之PCB可能容易受到環境影響及潛在的實體磨損兩者。此外或替代性地，若電化學胞元之蓋子上之密封失效，則PCB可曝露於電解質霧。因此，在各項實施例中可採用用於PCB之諸多實體保護，如圖14A至圖14B中所展示。例如，PCB可用丙烯酸層保形塗佈以幫助將PCB與潛在的化學曝露隔離。保形塗層可為透明的且可覆蓋幾乎整個PCB。

【0122】 現參考圖14A，一模組1400可包含一模組級罩蓋1402以保護電化學胞元之各者之各自PCB免受衝擊或其他實體損壞。在一些實施例中，模組級罩蓋1402可具有一頂壁形狀以促成自然對流以冷卻PCB。在一些實施例中，模組級罩蓋1402可由金屬而非塑膠製成。

【0123】 現參考圖14B，一電化學胞元1450 (圖4A及圖4B中之電化學胞元400)可包含界定用於模組級電連接之開口1451之一保護罩蓋1452。

【0124】 現參考圖15，一模組之一圍封殼1500可包含絕緣環1502 (例如，包覆模製之絕緣環)，該等絕緣環1502可耐受為一給定模組內之氣體擴散電極供應足夠空氣所需之背壓，同時考量跨模組之長度之胞元至胞元未對準。在一些實施例中，絕緣環1502之各例項可具有一錐形頂部以促成將絕緣環1502插入至具有界定預製孔之一空氣管道1504。此外或代

替性地，絕緣環1502之各例項可包含圍繞周邊之互鎖凹槽1506以用作至空氣管道1504之一機械互鎖件。

【0125】 現參考圖16，在一些實施例中，圍封殼可包含模組與一充氣部之間的低壓壓縮墊片。例如，一模組1600可包含一墊片1602，該墊片1602可在一充氣部1604與電化學胞元(例如，圖4A及圖4B中之電化學胞元400)之頂部部分之間形成一密封件，使得空氣可集中於電化學胞元之容器之冷卻通道之間。墊片1602可為低壓壓縮墊片，此可在充氣部1604上引起較小反作用力，從而促成僅使用模組1600之電化學胞元之一小部分作為安裝特徵以達成一氣密密封。充氣部1604之頂部可具備額外墊片以促成將充氣部1604與系統級管道系統流體連通連結。在各項實施例中，墊片1602可適應模組1600之電化學胞元之某一高度變動。

【0126】 現參考圖17，一系統1700可管理電化學胞元之電解質液位。例如，在系統1700中，用於一電化學胞元之容器401可在側面上包含一埠1701，使得溢流可在充電週期期間移動通過一T形接頭1702。當在一系統1700中之電化學胞元體積中產生氣體時，電解質可膨脹，直至電解質從埠1701溢出且透過T形接頭1702中之一孔板下落以實現瑞利(Rayleigh)不穩定性。孔板可破壞任何連續電解質流以減輕歸因於分流電流之寄生損失。另外，透過埠1701之溢流可降低電化學胞元可能被過度填充之可能性且此可在不具有一浮閥的情況下達成。T形接頭1702之底部可流體地耦合至一歧管1704，使得在從電化學胞元滴出之後，歧管1704可將所有溢流透過管路系統傳遞至用於透過一吸管1708週期性地重新填充電解質液位之一中心貯器1706。此外或代替性地，吸管1708可用於視需要自電化學胞元排出電解質。

【0127】圖18係用於電解質體積液位之被動控制之一系統之一示意性表示。例如，一系統1800可包含與電化學胞元400之容器401之頂部流體連通之一浮閥1801以降低過度填充容器401之可能性。在此組態中。電化學胞元400之各例項之一填充埠1802可與一貯器1804流體連通，如對於減少或消除對歧管捕獲溢流且透過管路系統傳遞回至貯器之需要可為有用的。

【0128】在操作期間，可由於本文中描述之電化學胞元內之反應而產生熱量。將此等電化學胞元中之溫度保持於一給定溫度範圍內對於電化學胞元之效能係重要的。然而，由於多個電化學胞元在一模組中靠近彼此堆疊，因此不在該模組之末端上之電化學胞元通常對周圍空氣之曝露最少且因此，接收來自周圍空氣之最小冷卻效應。因此，在正常循環期間，模組之中心中之電化學胞元可超過額定操作溫度。

【0129】現參考圖19，在一些實施方案中，一模組中之電化學胞元之間的冷卻通道及強制氣流可用於在一理想操作窗內控制胞元溫度。例如，一模組1900可包含複數個電化學胞元1950（例如，圖4A及圖4B中之電化學胞元400之複數個例項），其中複數個電化學胞元1950之各例項之一容器1901界定沿著容器1901之一長度尺寸具有變化大小之冷卻通道1902。特定言之，冷卻通道可經最佳化為在容器1901之底部處較小且在容器1901之頂部處較大。雖然此可最大化沿著容器1901之底部之強度，但此外或替代性地，此可促成增加（例如，最大化）容器1901之頂部上之冷卻面積，其中電化學胞元1950歸因於電化學胞元1950內之對流而傾向於更暖。例如，冷卻通道1902之高度可在自容器1901之底部處之8 mm至容器1901之頂部處之35 mm之範圍內。

【0130】 為促成降低成本，電化學胞元之容器可使用儘可能少的材料建構。因此，在一些例項中，當電化學胞元之容器填充有電解質時，容器可能不夠強以阻擋全流體靜力。此外或替代性地，由於電化學胞元之容器可用此少量材料製成，因此電化學胞元之容器在運輸期間可能易受到損壞。因此，在一些實施例中，可透過固持電化學胞元之模組中之各種組件向電化學胞元提供額外剛度及免受裝運負載影響之保護。

【0131】 圖20A至圖20B係對模組之電化學胞元提供保護及支撐之模組結構之示意性表示。例如，一模組2000可包含一棧板2002、張緊部件2004、端板2006及束帶2008。在一些實施例中，棧板2002可將電化學胞元(例如，圖4A及圖4B中之電化學胞元400)固持成兩行，其中該等電化學胞元緊密地堆疊在一起。各行可包含27個電化學胞元(模組2000中總共54個胞元)。兩行佈局可促成熱管理系統之更簡單整合，但一列中之胞元之數目可取決於空間要求而改變。此外或代替性地，棧板2002可包含用以定位電化學胞元及端板2006之特徵，且可與叉車及棧板千斤頂相容。

【0132】 端板2006可在模組2000中之電化學胞元之一行之開始及結束處配裝至棧板2002中。端板2006可藉由束帶2008支撐，且可耐受模組2000中之電化學胞元之流體靜壓力。束帶2008可將電化學胞元之行及端板2006固持在一起。在一些實施例中，束帶2008可包含鋼條帶及/或塑膠。

【0133】 雖然束帶2008可保持電化學胞元彼此平行，但束帶2008不起到保持電化學胞元直立之作用。然而，張緊部件2004可降低電化學胞元傾斜之可能性。模組2000之張緊部件2004可為中空鋼管，該等中空鋼管透過銷接頭2010將端板2006連接至模組2000之中心，使得張緊部件

2004在各項實施例中可充當力部件。當將一力矩施加至端板2006時(例如，當模組2000被提升以用於運輸時)，該力矩可被轉換為張緊部件2004之張力或壓縮，從而降低模組2000中之電化學胞元堆疊可旋轉之可能性。在各項實施例中，張緊部件2004可僅在模組之中間且因此，不干擾模組2000之維護。即，為更換一個別電化學胞元，可能僅需要移除束帶2008。

【0134】 現參考圖21，在各項實施例中，一模組之一棧板可具有用於電化學胞元及端板之定位及保持之特徵，如圖21中所展示。例如，一棧板2100可界定切口2102以促成端板2104之正向定向，從而僅留下一個自由度。另外，切口2102可減小棧板2100之重量，如對於節省裝運成本可為有用的。

【0135】 棧板2100之蓋板2106係電化學胞元所處之表面。蓋板2106可由彎曲金屬片製成，該彎曲金屬片經環氧樹脂塗佈以抵抗與填充期間之電解質溢出相關聯之損壞。儘管在一些實施例中，蓋板2106可經分段，但在其他實施例中，蓋板2106可為一單個連續滾壓成型片，如在大規模下可能更具成本效益。在各項實施例中，蓋板2106可如熱管理系統所需般定位相鄰電化學胞元。此外或替代性地，將電化學胞元緊密地定位在一起可抵消流體靜力，因此僅需要端板2104來耐受流體靜力。

【0136】 在一些實施例中，一支架2108可安置於棧板2100之中間以促成安裝張緊部件(例如，圖20B中之張緊部件2004)。在一些實施例中，棧板2100可含充當電化學胞元沿著棧板2100之一硬止擋之垂直軌道2110。

【0137】 各項實施例可包含用於模組(包含金屬空氣電池)之熱管理

之系統及方法，諸如用於模組501、502、503、504、1100、1370、1400、1600、1900、2000等中之熱管理之系統及方法。各項實施例可促成具成本效益之模組級熱管理架構以及可接受的控制限制。

【0138】圖22至圖39係根據各項實施例之與金屬空氣電池之模組之熱管理之態樣相關聯的運算流體動力學/有限元素分析模擬結果。參考圖1至圖39，圖22係使用電解質蒸發及不使用電解質蒸發達成之最高溫度之模擬結果之一圖形表示。根據此等模擬，使用電解質蒸發之模組之最高溫度可達到近似100°C，而不使用電解質蒸發之模組之最高溫度可達到約150°C。電解質可在近似112°C下沸騰。模組之塑膠可在近似108°C下轉變為一橡膠狀態，在大於約85°C下發生塑膠軟化及/或蠕變。一模組中之效能降級可在近似大於約60°C下發生。因此，在包含大格式金屬空氣電化學胞元之模組中，控制一模組之最高溫度之熱管理係一挑戰。

【0139】一種根據各項實施例之熱管理方法可包含在一模組(例如，模組501、502、503、504、1100、1370、1400、1600、1900、2000)中之電化學胞元之相鄰容器(例如，圖4A中之容器401之相鄰例項)之間的強制空氣對流。冷卻設計可基於在電化學胞元之相鄰容器之間增設空氣通道。

【0140】圖23至圖33係一模組之一運算流體動力學/有限元素分析模擬之態樣之圖形表示，其中在電化學胞元之容器之相鄰例項之間存在空氣通道。在模擬中，模組經模型化為具有3 mm寬空氣通道，其中½ mm厚丙烯酸片在電化學胞元之相鄰容器之間的空氣通道之任一側上形成壁。氣流經模型化為在模組之電化學胞元列之間移動至模組之外部(此在稍後模擬中被反轉)。另外，對於此等模擬，假定使用風扇或鼓風機在模組列之

間的表面上及外表面上吹送空氣。模擬模組之一個象限，假定模組列之間的溫度比20°C之環境溫度高5°C以考量模組之電化學胞元列之間的侷限效應。假定空氣通道中之入口空氣溫度等於對應於流動方向之模組之電化學胞元列之間的溫度。考量到侷限，假定模組之電化學胞元列之間面向內部之表面之熱傳遞係數為20 W/(m²K)，且外表面之熱傳遞係數為30 W/(m²K)。亦實施外表面之50 W/(m²K)之熱傳遞係數，但未發現結果顯著不同。

【0141】 此處描述用風扇或鼓風機進行冷卻之熱傳遞係數之選擇。在模擬中實施4 m/s、2 m/s及1 m/s之空氣速度。與此等速度相關聯之雷諾(Reynolds)數位於層流狀態中。在模擬中，此冷卻策略既降低最高模組溫度，又將胞元至胞元溫度變動限於約16°C。各項實施例可包含在自模組外部至模組之電化學胞元列之間的中心之方向上吹送空氣通過空氣通道。此容許出口空氣自模組之電化學胞元列之間被吸出。此等模擬結果表明，目標空氣速度可為2.7 m/s。

【0142】 圖28係一氣流組態之測試結果及運算流體動力學/有限元素分析模擬之一比較，其中強制空氣自模組之外側進入且穿過模組之中心以在模組之電化學胞元之間提供強制空氣冷卻。在對此設計執行之測試中，嵌入183個熱電偶以在空間上映射模組之內部溫度。此強制空氣冷卻設計之最高內部溫度經量測為比環境溫度上升小於15°C。模擬模型準確度經驗證，其中模組之模擬模型在實驗測試結果之攝氏5度內。溫度均勻性係極佳的，其中跨整個模組之最大溫度變動經量測為僅3°C。圖28中之圖表展示在測試模組上量測且使用模組之一熱模型模擬之胞元至胞元溫度變動。

【0143】 圖29係強制對流冷卻中之一示意性表示，其中直接空氣自

室外環境空氣饋給至一模組。在各電化學胞元之間提供氣流通道，以改良對流熱傳遞且改良胞元間溫度均勻性。如相較於沿著模組之別處之排氣，在沿著模組之中間細分模組的情況下之中心排氣可改良胞元內溫度均勻性，降低鼓風機壓力要求及/或降低氣流要求(例如，降低輔助系統能量要求)。

【0144】 根據各項實施例之其他熱管理方法可包含使用在一模組之外側而非端面上實施之風扇之空氣冷卻。此策略由展示相較於其他胞元，模組之末端處之電化學胞元處之溫度更低之模擬激勵。此等模擬係基於在端表面上使用 $5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ 之自然對流熱傳遞係數，而在剩餘表面上使用如前所述之強制對流熱傳遞，且結果係在圖34中展示。

【0145】 根據各項實施例之其他熱管理方法可包含外部強制空氣對流，其中提供在包含頂表面及底表面之所有外部表面上之強制空氣對流。此配置之模擬係以 $50 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ 之一熱傳遞係數及 20°C 之一環境溫度下之一外部強制對流邊界條件執行。將頂表面及底表面模擬為絕緣導致模擬中之更高溫度，如圖35中所展示。

【0146】 根據各項實施例之其他熱管理方法可包含使用一外部液體或空氣冷卻夾套。在 20°C 之一溫度下，在側表面上使用一恆定溫度邊界條件來模擬外側表面上之一冷卻夾套，其中頂表面及底表面經模擬為絕緣。此模擬之結果係在圖36中展示。

【0147】 根據各項實施例之其他熱管理方法可包含在胞元區塊周圍具有強制空氣冷卻通道之一模組，如圖37中所展示。在具有 $50 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ 之一樂觀的強制對流熱傳遞係數及 20°C 之一環境溫度的情況下，模擬此配置，其中在各5胞元象限之所有4側上具有強制空氣對流。模組頂部及底部

經模擬為絕緣。此降低模組之中心處之經模擬最高溫度，如圖37中所展示。

【0148】 根據各項實施例之其他熱管理方法可包含在胞元之間提供金屬冷卻鰭片。使用相鄰胞元之間的厚度為3 mm且具有模組外之高達20 cm鰭片長度之外部鰭片長度之鰭片來模擬鰭片冷卻。模擬結果揭示，利用僅約3 cm之鰭片長度，且熱傳遞係由模組中之熱傳導限制，如圖38中所展示。以下材料可用於鰭片且經模擬：不銹鋼(SS316)、鋁(經陽極氧化以減小來自電解質接觸之腐蝕)及碳鋼。

【0149】 根據各項實施例之其他熱管理方法可包含在模組中使用較小串長度之胞元。考量且模擬較小串長度對模組溫度之熱效應，如圖39中所展示。分析在模組中使用較少胞元，作為在無需應用強制冷卻的情況下減少模組中心處之熱量積聚之一方式。圖39展示一8胞元模組(包括各具有4個胞元之2列)之一象限之經模擬溫度輪廓。在此模擬中，在5 W/(m²K)之一熱傳遞係數及220°C之一環境溫度下，藉由自然對流將熱量移除至僅外表面上之空氣。

【0150】 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。

【0151】 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】

【0152】

- 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
401: 容器
402: 陽極總成
403: 析氧電極(OEE)
404: 氣體擴散電極(GDE)
450: 電子器件結構
455: 蓋子
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
1100: 模組
1200: 電化學胞元
1202: 印刷電路板(PCB)
1255: 蓋子
1300: 堆疊
1350: 堆疊
1370: 模組
1371a: 電纜
1371b: 電纜
1374: 胞元正極端子
1376: 胞元負極端子
1400: 模組
1402: 模組級罩蓋
1450: 電化學胞元
1451: 開口
1452: 保護罩蓋
1500: 圍封殼
1502: 絕緣環
1504: 空氣管道
1506: 互鎖凹槽

1600: 模組
1602: 墊片
1604: 充氣部
1700: 系統
1701: 埠
1702: T形接頭
1704: 歧管
1706: 中心貯器
1708: 吸管
1800: 系統
1801: 浮閥
1802: 填充埠
1804: 貯器
1900: 模組
1901: 容器
1902: 冷卻通道
1950: 電化學胞元
2000: 模組
2002: 棧板
2004: 張緊部件
2006: 端板
2008: 束帶
2010: 銷接頭

- 2100: 棧板
- 2102: 切口
- 2104: 端板
- 2106: 蓋板
- 2110: 垂直軌道

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種電力儲存系統，其包括：

一圍封殼；及

一或多個模組，其或其等安置於該圍封殼中，該一或多個模組之各者包含彼此電耦合之複數個電化學胞元，該複數個電化學胞元之每一者包含一析氧電極(OEE)、一陽極、一氣體擴散電極(GDE)、一電解質及一容器，且在該容器內，該OEE、該陽極及該GDE至少部分浸入於該電解質中。

【請求項2】

如請求項1之電力儲存系統，其中該複數個電化學胞元之各者包含一印刷電路板(PCB)及一蓋子，該蓋子經支撐於該容器上，且該PCB經定向成垂直於該蓋子。

【請求項3】

如請求項1之電力儲存系統，其中該一或多個模組之各者包含含有電纜及/或匯流排之胞元至胞元匯流。

【請求項4】

如請求項1之電力儲存系統，其中該複數個電化學胞元經配置成至少兩行，該複數個電化學胞元之每一者包含一胞元正極端子及一胞元負極端子，且一第一行中之該複數個電化學胞元之胞元正極端子使用兩條電纜電連接至一第二行中之該複數個電化學胞元之該等胞元負極端子。

【請求項5】

如請求項1之電力儲存系統，其中該複數個電化學胞元之每一者包含

一印刷電路板(PCB)，且該一或多個模組之各者進一步包含可定位於該一或多個模組之一各自者中之該複數個電化學胞元之該等PCB上方之一罩蓋。

【請求項6】

如請求項1之電力儲存系統，其中該複數個電化學胞元之每一者包含一印刷電路板(PCB)、一蓋子及一保護罩蓋，該蓋子經支撐於該容器上，該PCB經支撐於該蓋子上，且該保護罩蓋可定位於該蓋子上以覆蓋該PCB。

【請求項7】

如請求項1之電力儲存系統，其中該複數個電化學胞元之每一者進一步包含可撓用於密封與一空氣供應管道流體連通之給定電化學胞元之絕緣環。

【請求項8】

如請求項1之電力儲存系統，其進一步包括一充氣部及一墊片，其中該墊片安置於該充氣部與該複數個電化學胞元之至少一些之頂部部分之間。

【請求項9】

如請求項1之電力儲存系統，其中該複數個電化學胞元之每一者之該容器包含一側埠，該給定電化學胞元之該電解質可在一充電週期期間透過該側埠自該容器溢流。

【請求項10】

如請求項1之電力儲存系統，其中該複數個電化學胞元之每一者包含可致動以防止用該電解質過度填充該容器之一浮閥。

【請求項11】

如請求項1之電力儲存系統，其中，在該模組中，該複數個電化學胞元共同界定其等之間的冷卻通道，且強制氣流可透過該等冷卻通道在該複數個電化學胞元之間移動。

【請求項12】

如請求項1中任一項之電力儲存系統，其中該一或多個模組之各者進一步包含一棧板、端板及束帶，該複數個電化學胞元可在該棧板上支撐為兩行，該等端板在該兩行之各者之前端及後端處可釋放地固定至該棧板，且該束帶將該複數個電化學胞元之該兩行及該等端板一起固持於該棧板上。

【請求項13】

如請求項12之電力儲存系統，其中該棧板界定切口，且該等端板經由該等切口可釋放地固定至該棧板。

【請求項14】

如請求項12之電力儲存系統，其中該一或多個模組之各者進一步包含張緊部件，各張緊部件經由銷接頭連接至該等端板之一者至該棧板之一中心。

【請求項15】

如請求項14之電力儲存系統，其中該一或多個模組之各者進一步包含一支架，且該等張緊部件可經由該等銷接頭機械地耦合至該支架。

【請求項16】

如請求項1之電力儲存系統，其中該一或多個模組之各者支撐該複數個電化學胞元，使得強制空氣可在相鄰電化學胞元之間移動。

【請求項17】

如請求項1之電力儲存系統，其中該一或多個模組之各者支撐該複數個電化學胞元，使得該強制空氣可在該複數個電化學胞元之部分上方移動朝向給定模組之外側。

【請求項18】

如請求項1之電力儲存系統，其中該複數個電化學胞元經形成為該一或多個模組之各者內之區塊且強制空氣可在該一或多個模組內之該等區塊之間移動。

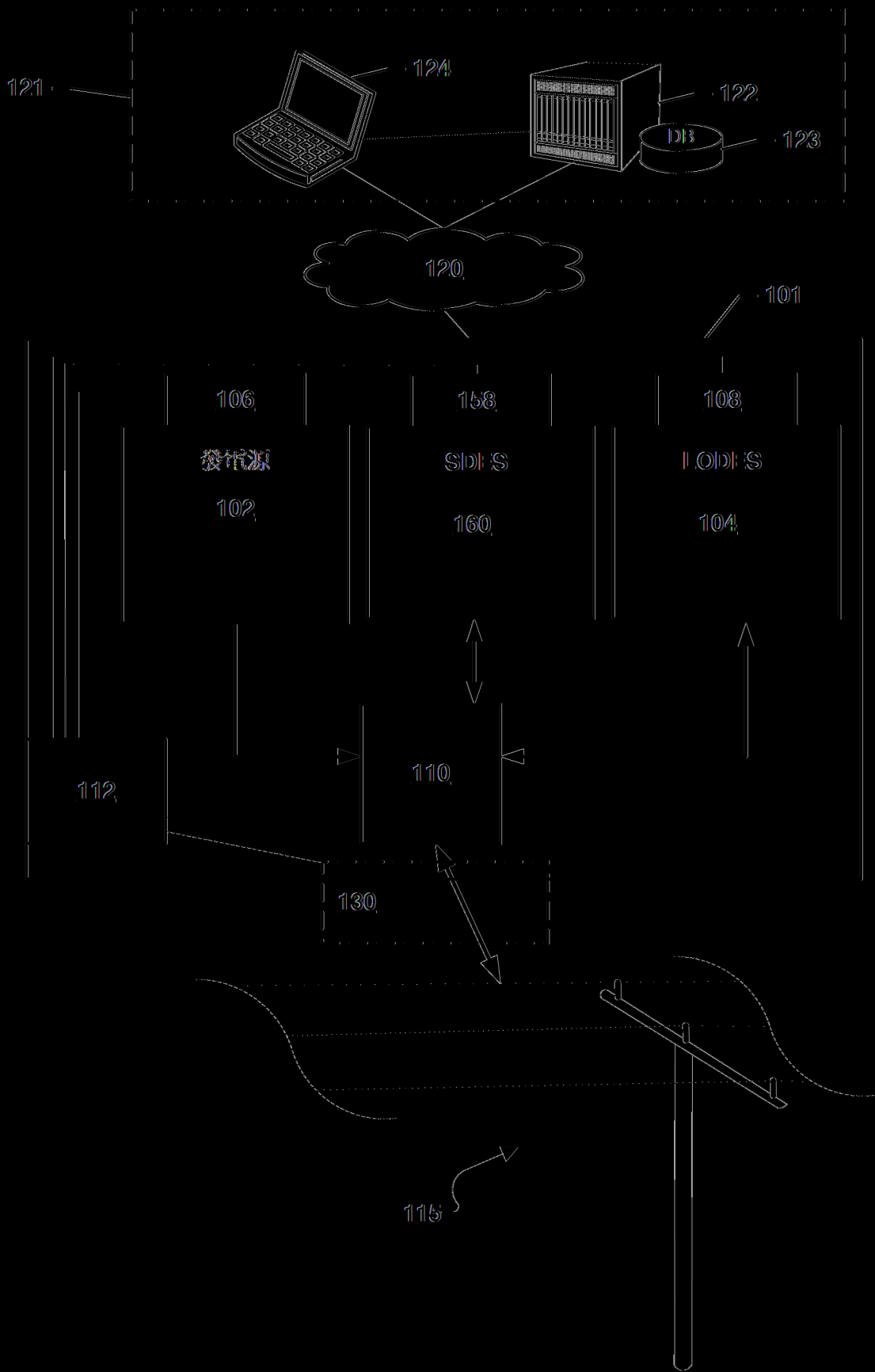
【請求項19】

如請求項1之電力儲存系統，其中該一或多個模組包含複數個模組，該複數個模組之每一者將該複數個電化學胞元支撐為兩行，該複數個模組之每一者在該圍封殼內相對於彼此間隔，使得強制空氣可在該複數個模組之每一者之該兩行之各者之末端處之該等電化學胞元之例項上方移動。

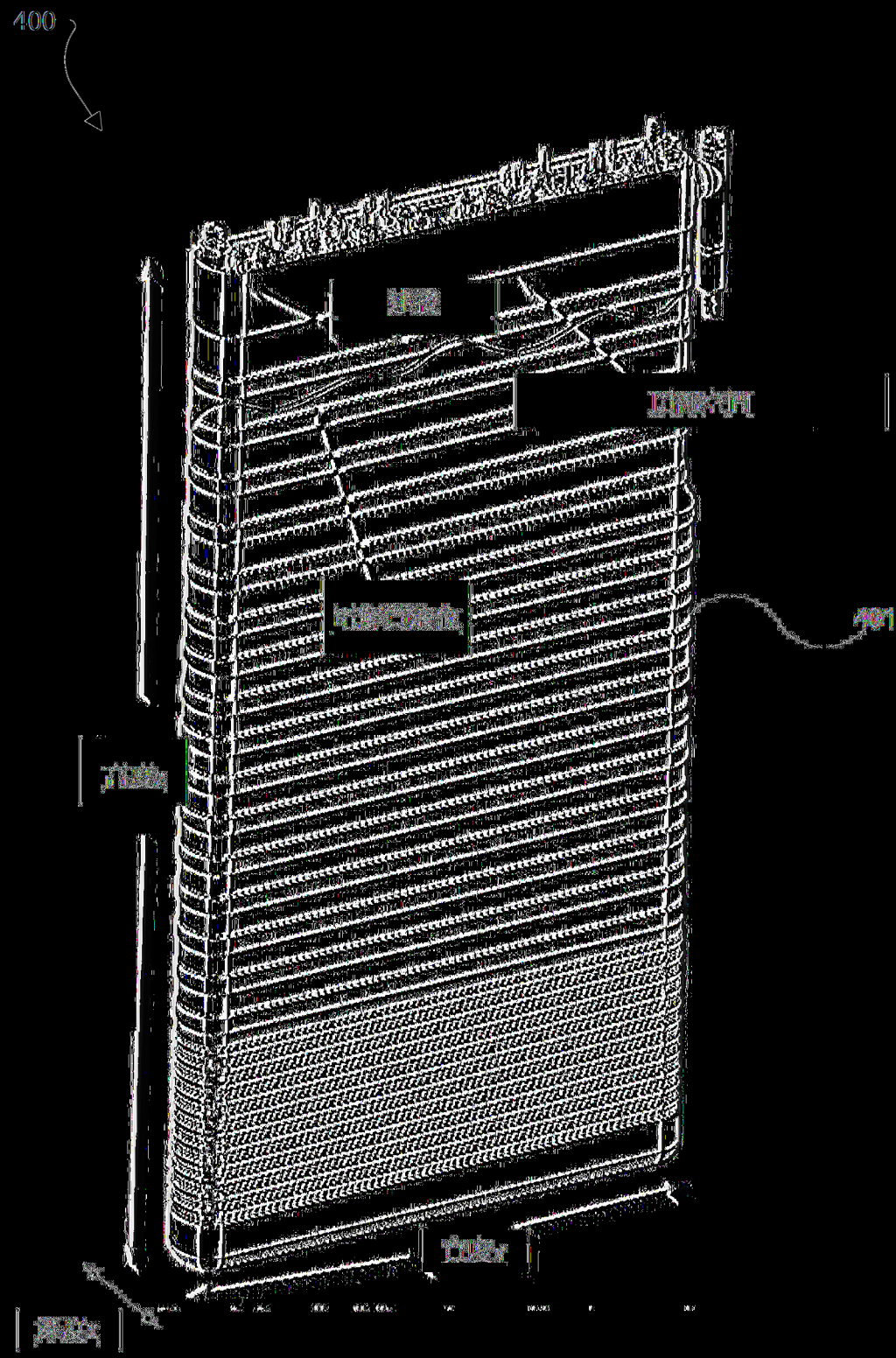
【請求項20】

如請求項1之電力儲存系統，其中該複數個電化學胞元包含鐵空氣型電池胞元、鋅空氣型電池胞元及/或鋰空氣電池胞元。

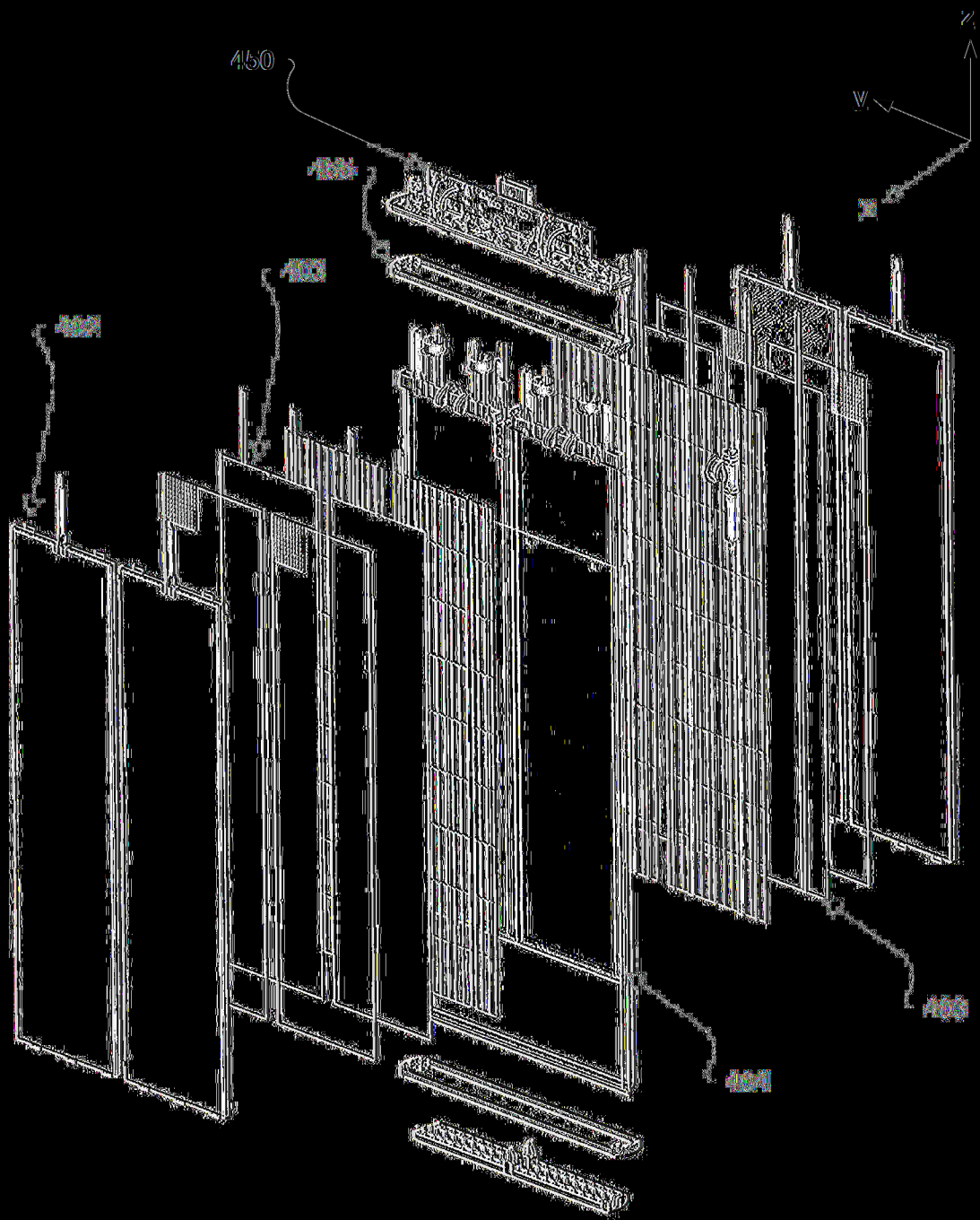
〔發明圖式〕



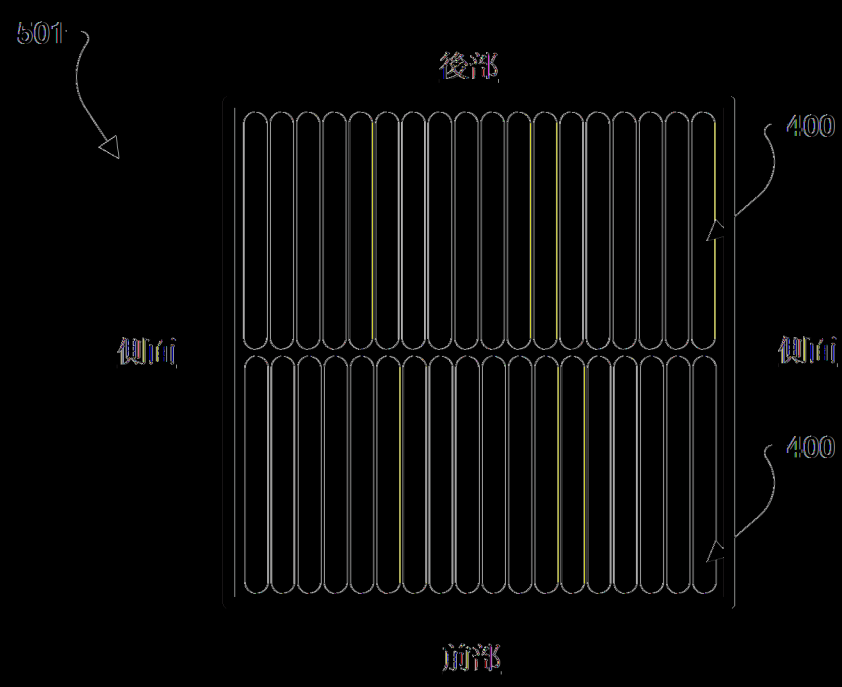
〔圖1〕



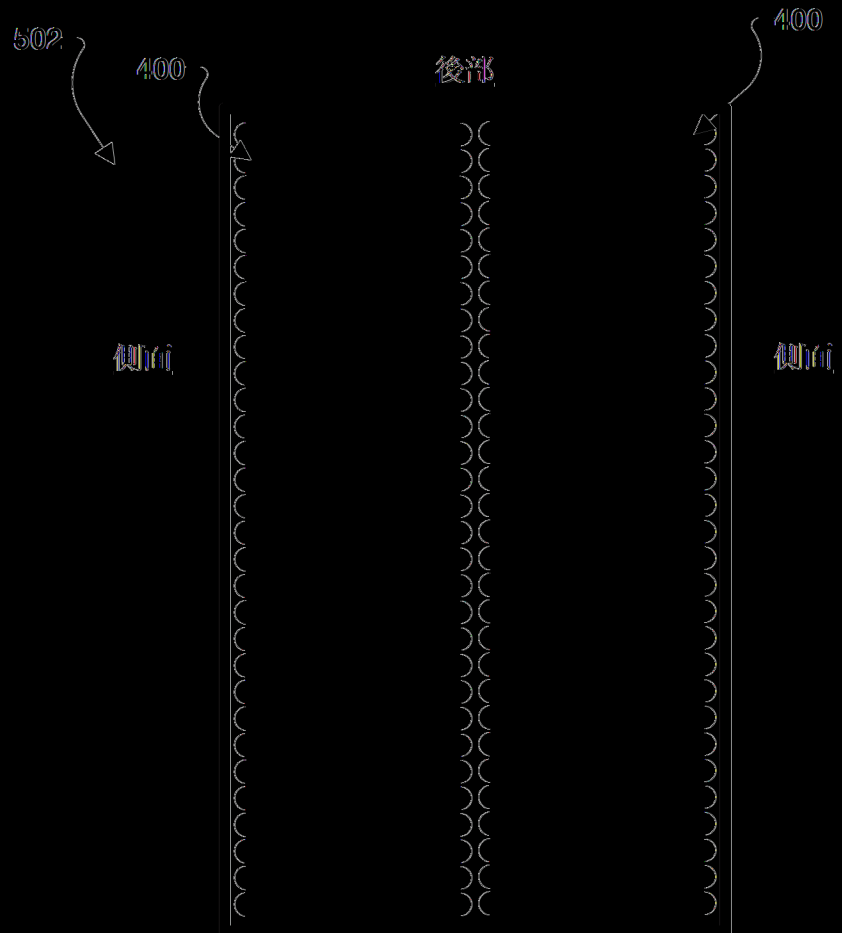
(圖4A)



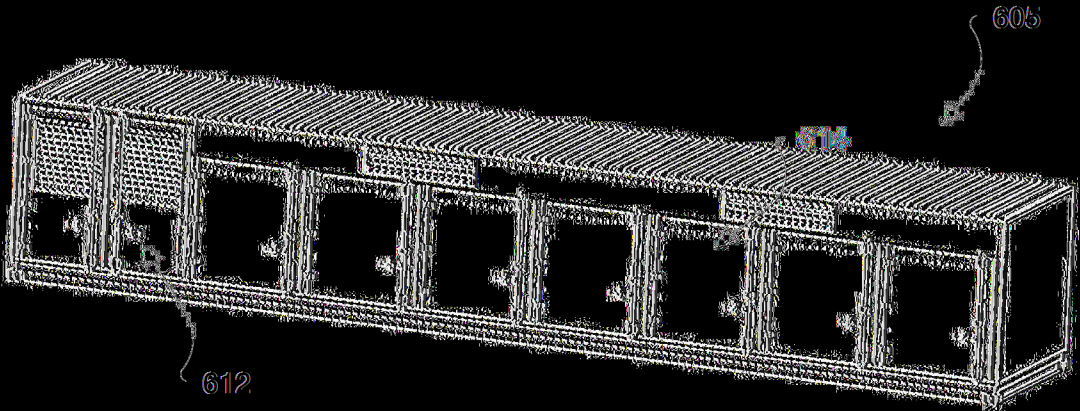
(B4B)



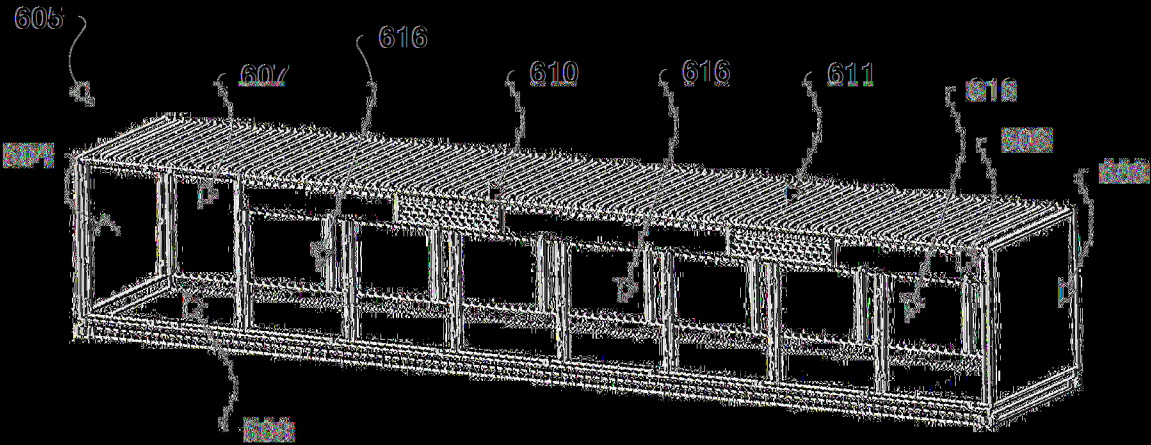
[(同)5A]



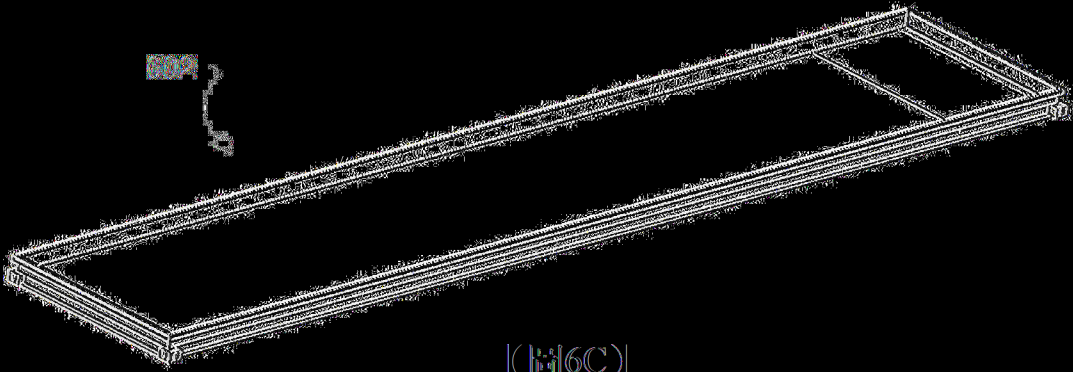
[(同)5B]



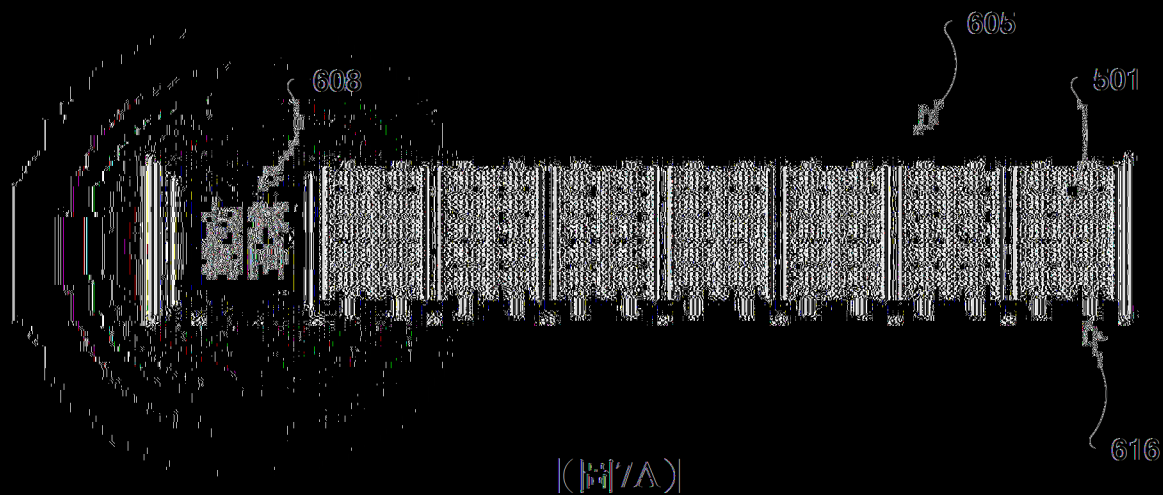
|(6A)|



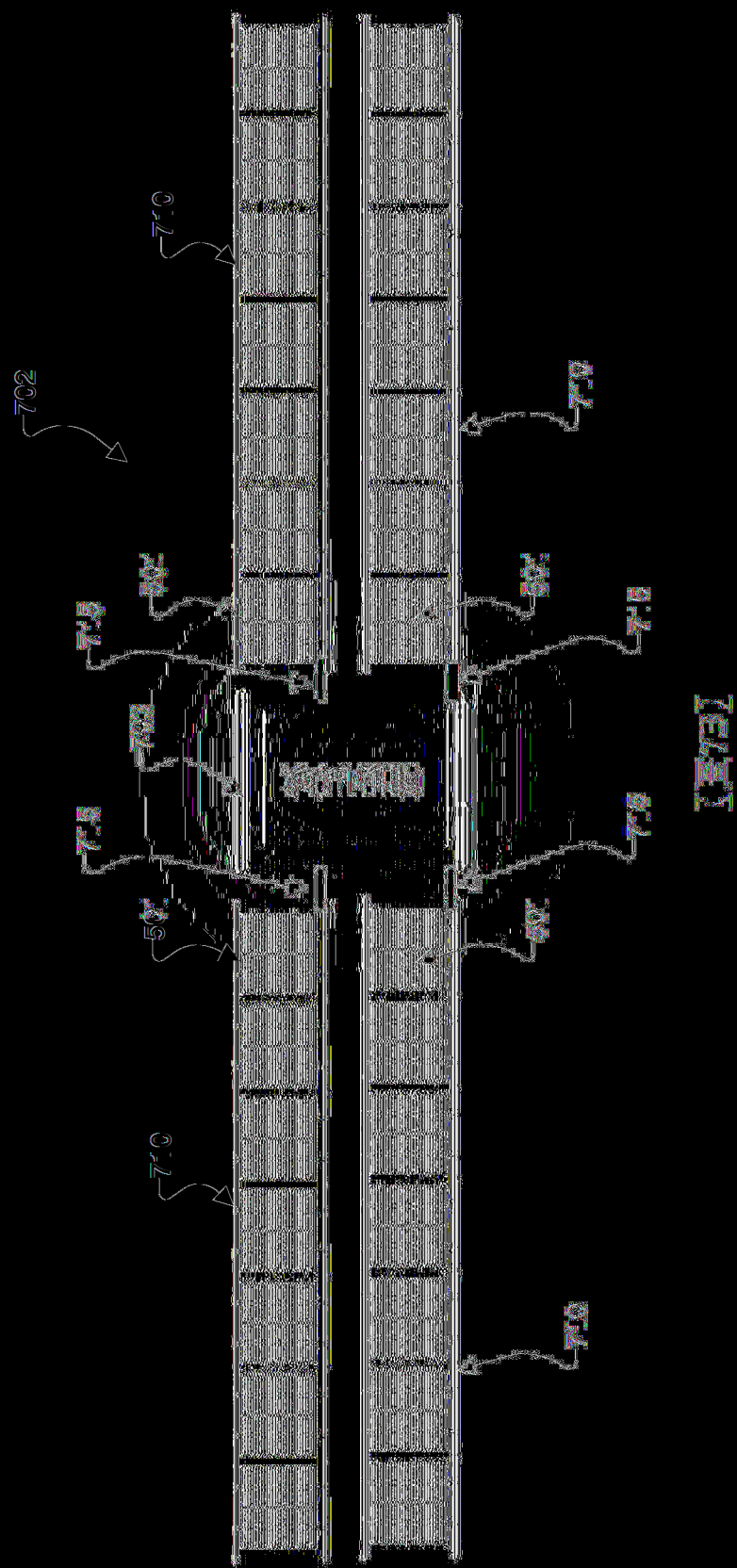
|(6B)|

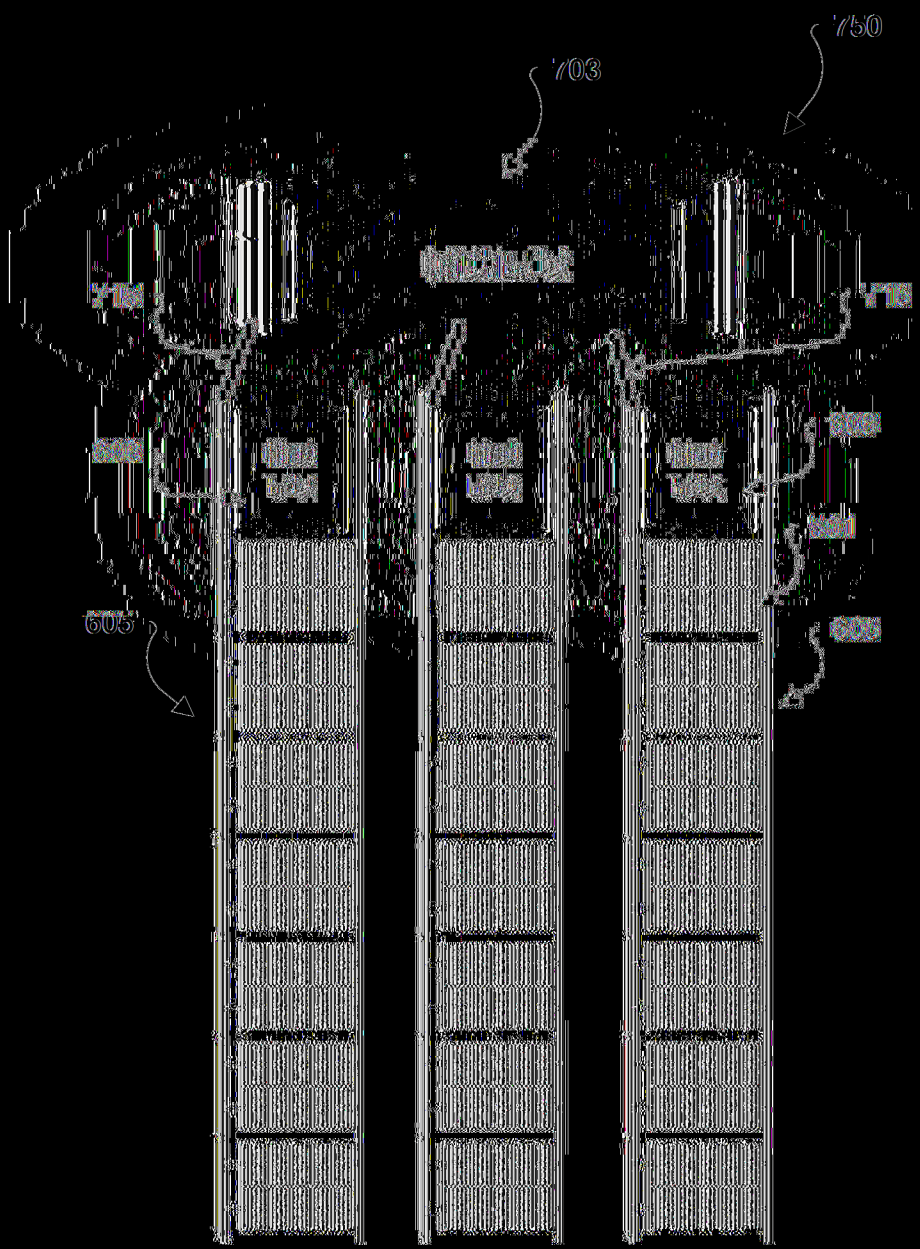


|(6C)|

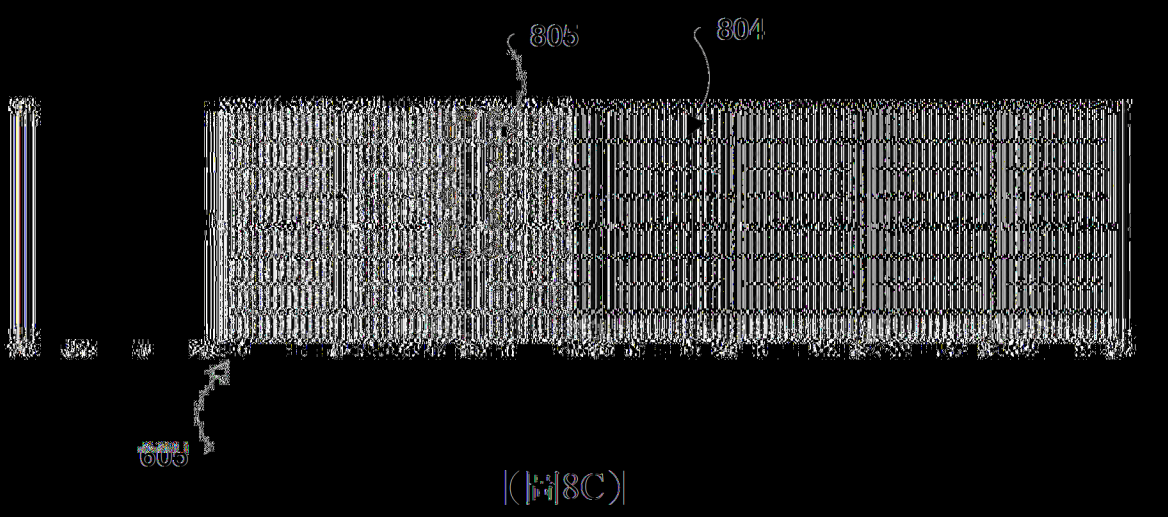
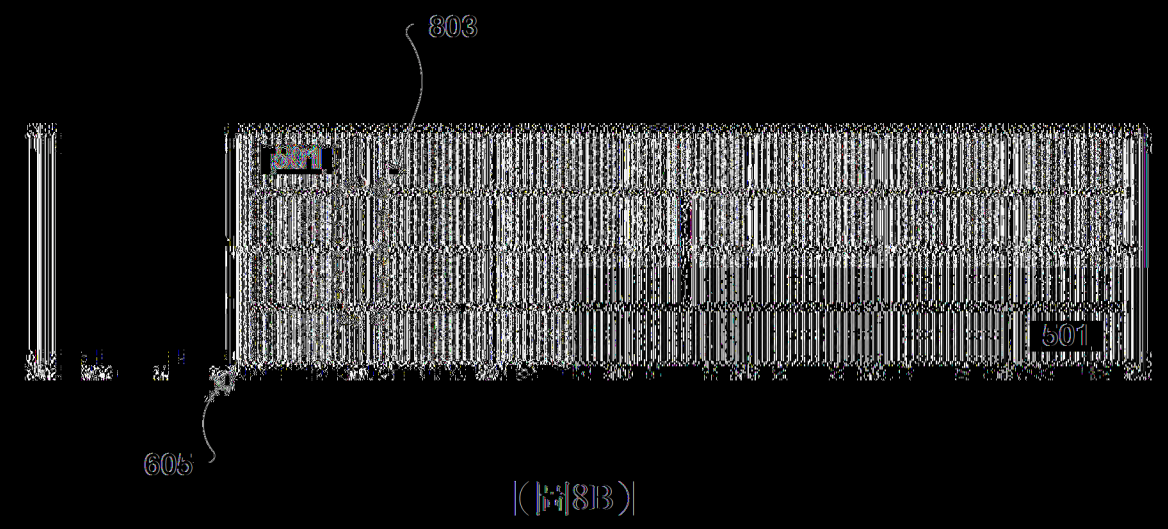
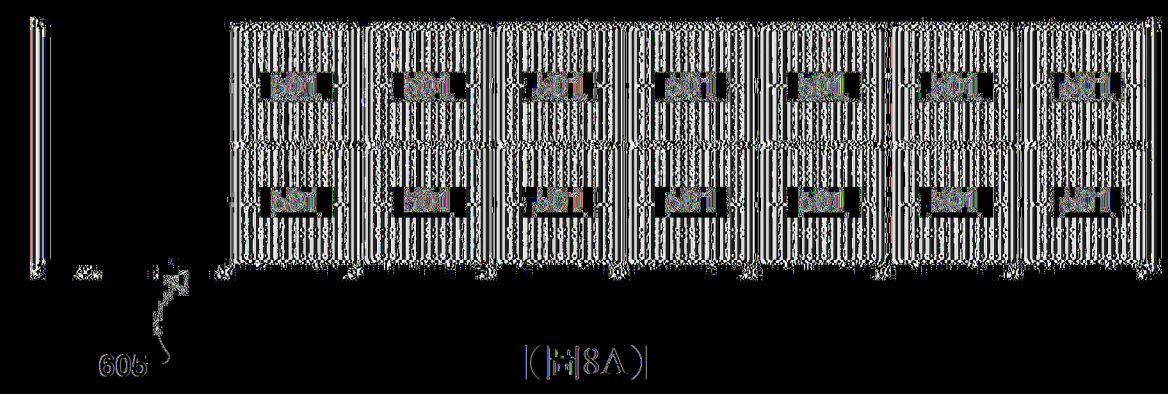


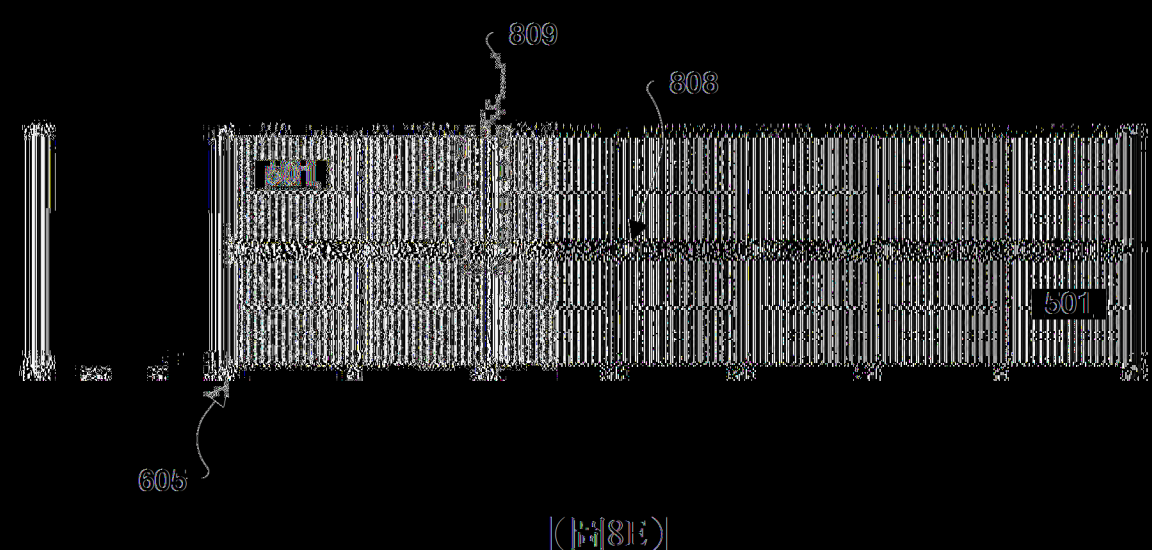
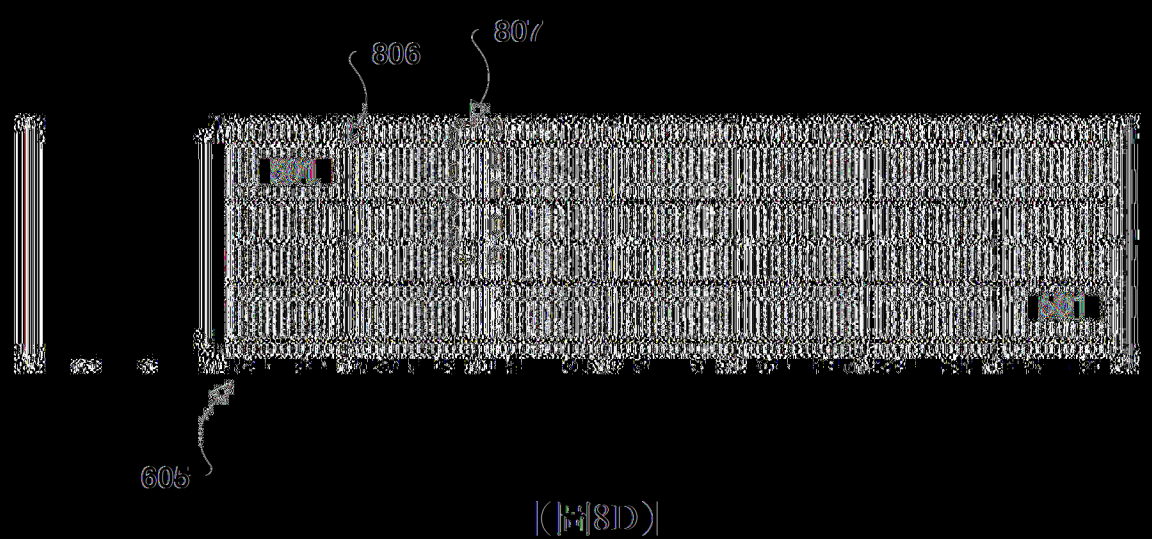
[(圖7A)]

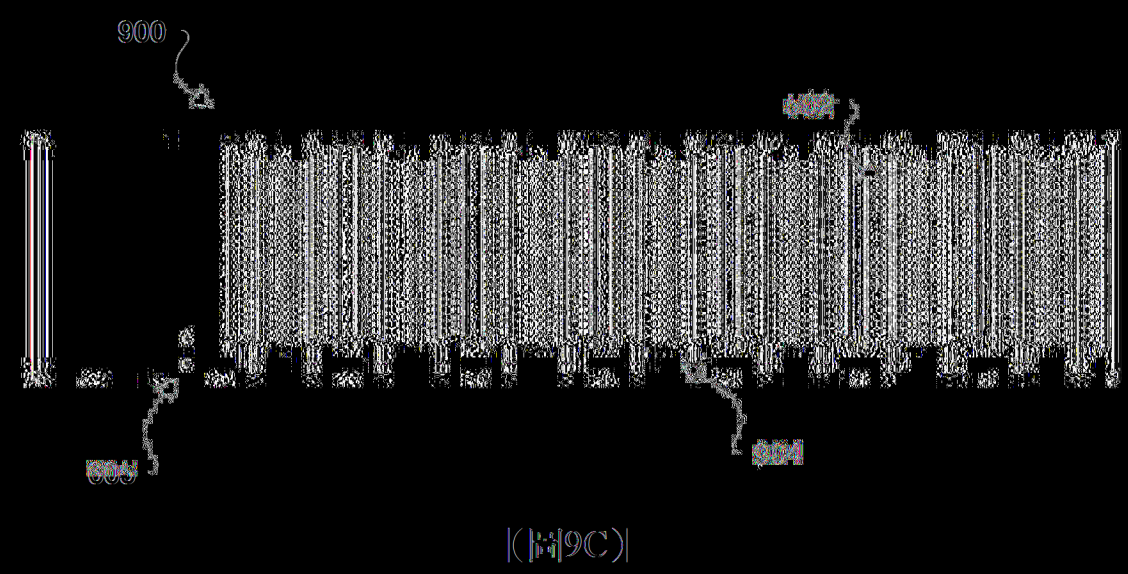
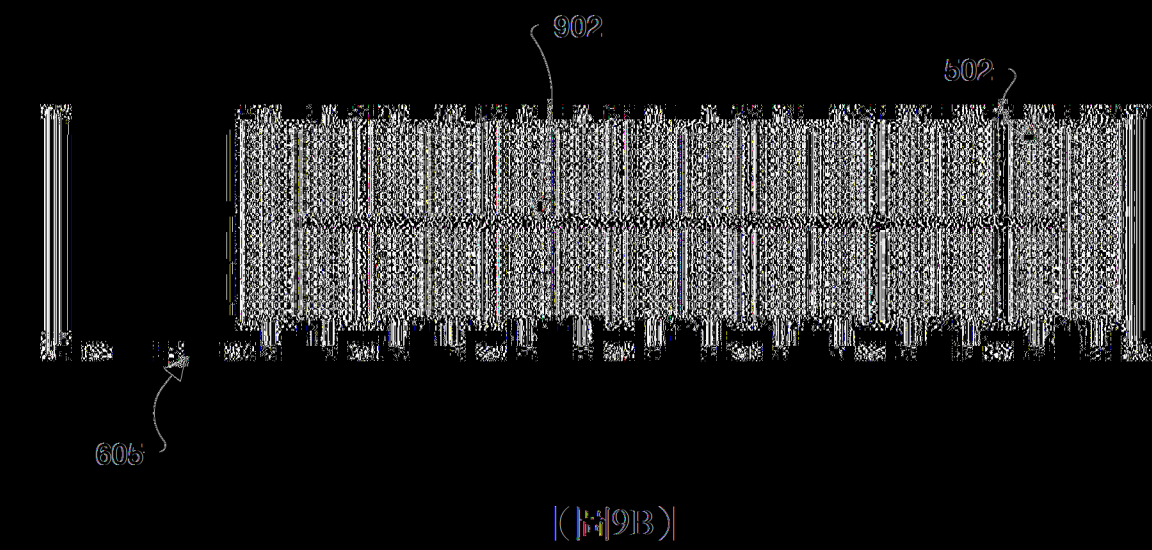
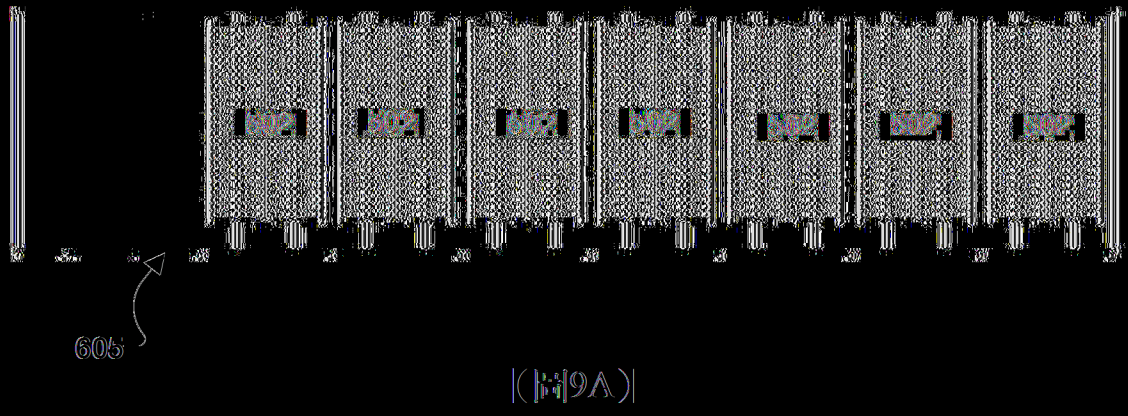


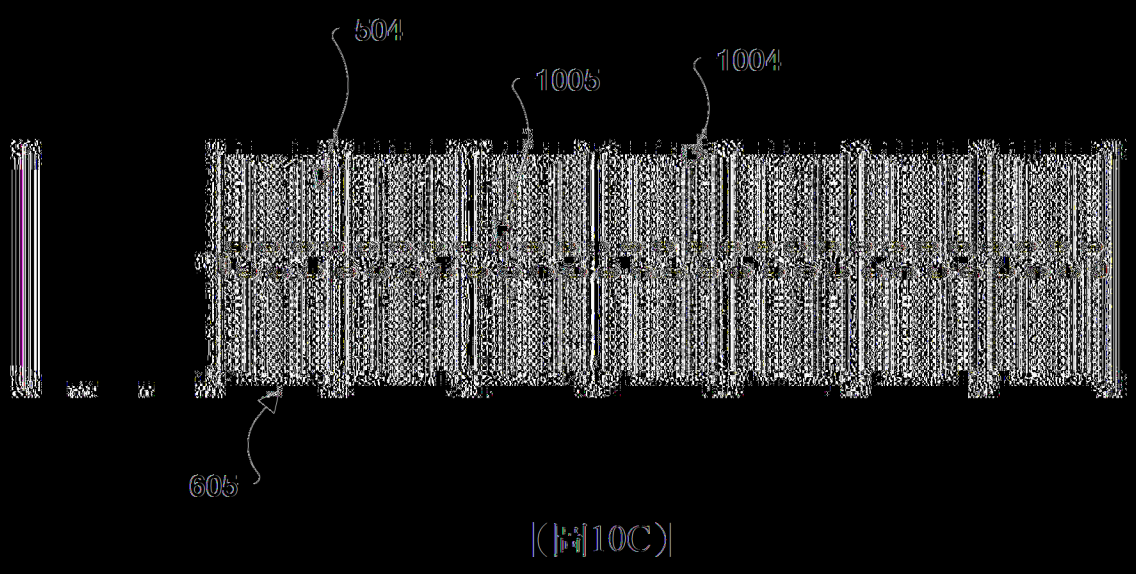
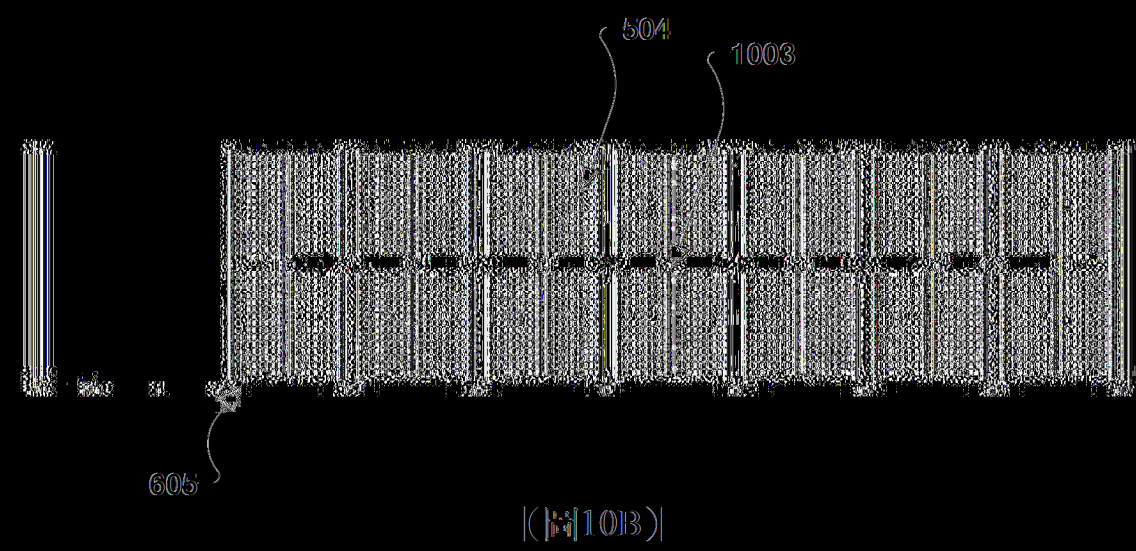
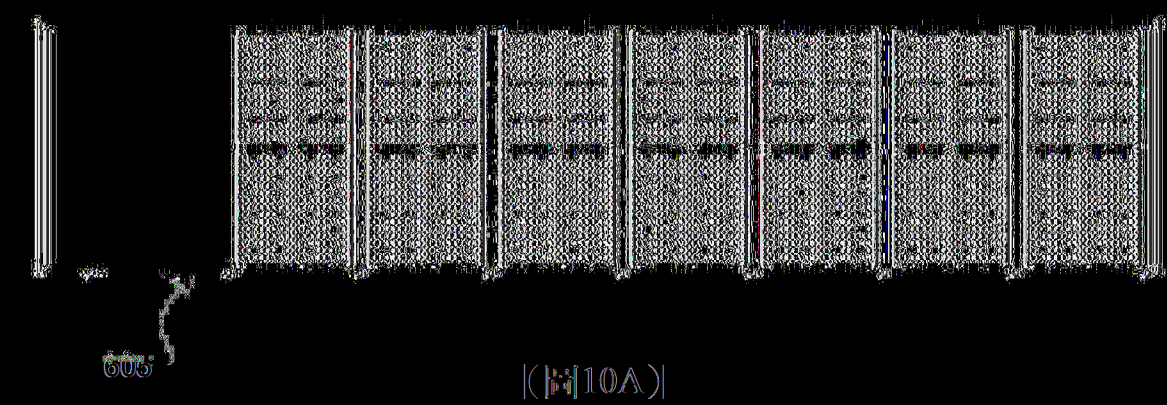


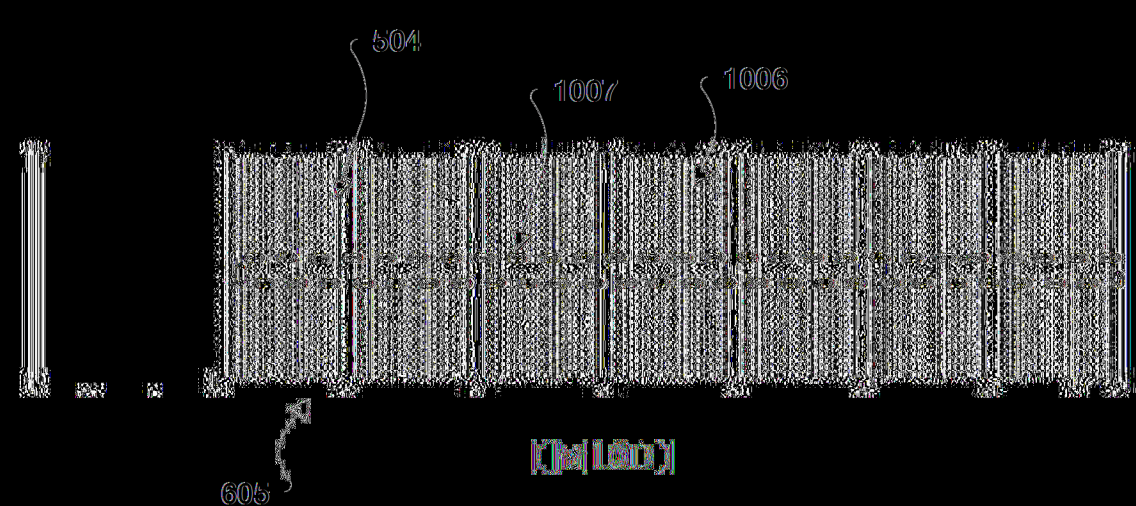
(Fig. 1C)



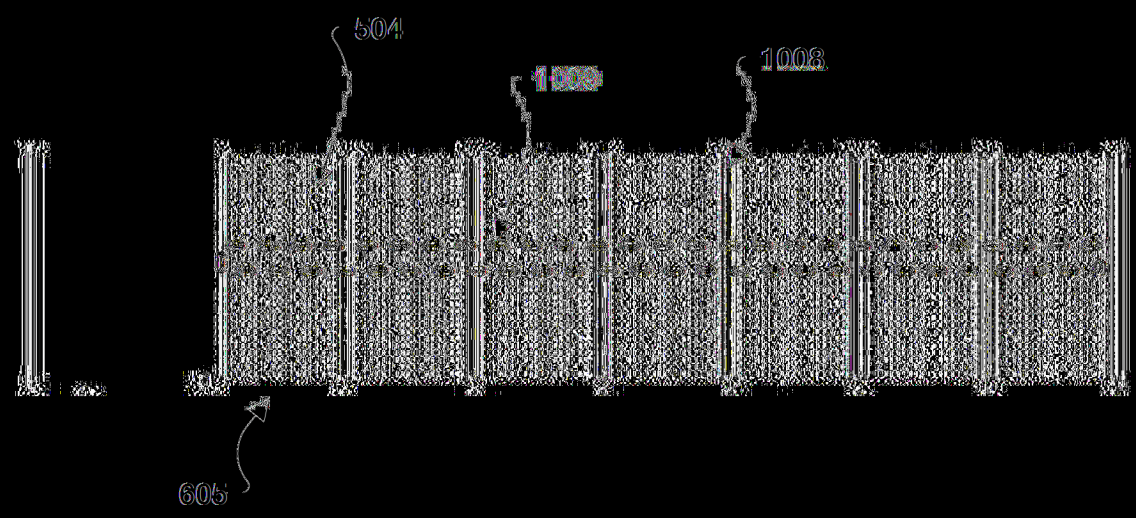




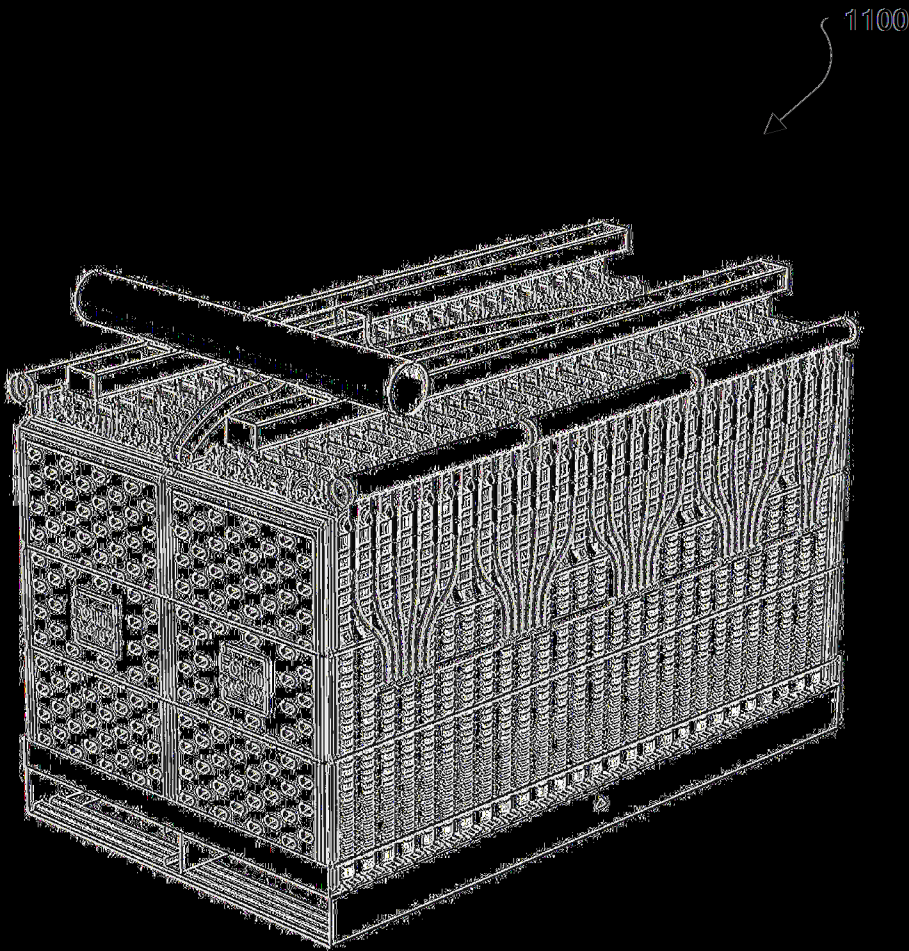




$[\begin{smallmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{smallmatrix}]$



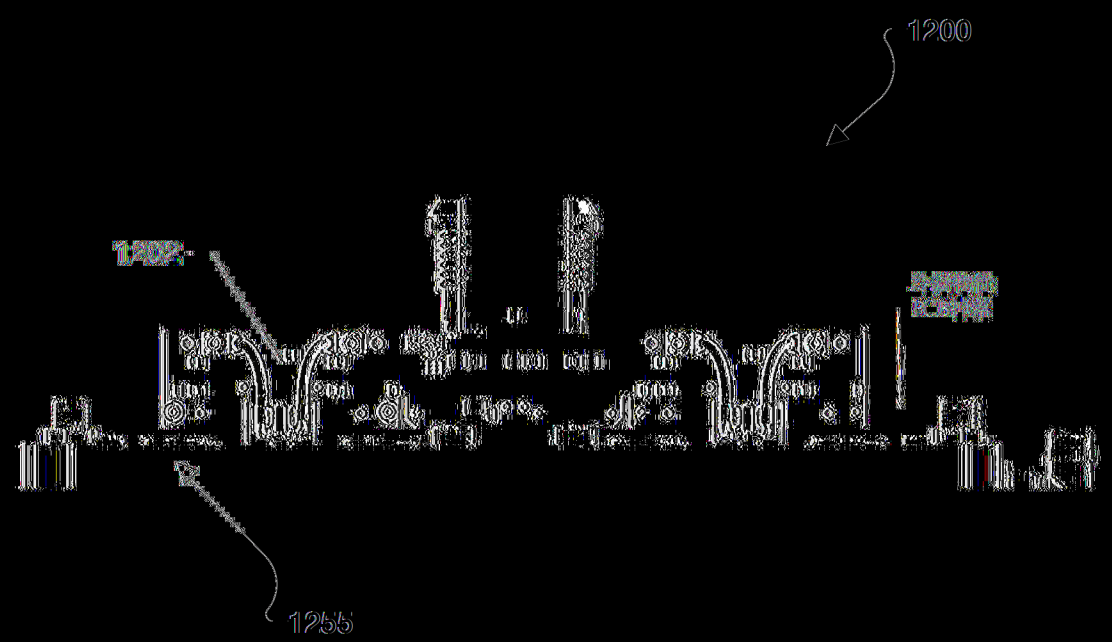
$[\begin{smallmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{smallmatrix}]$



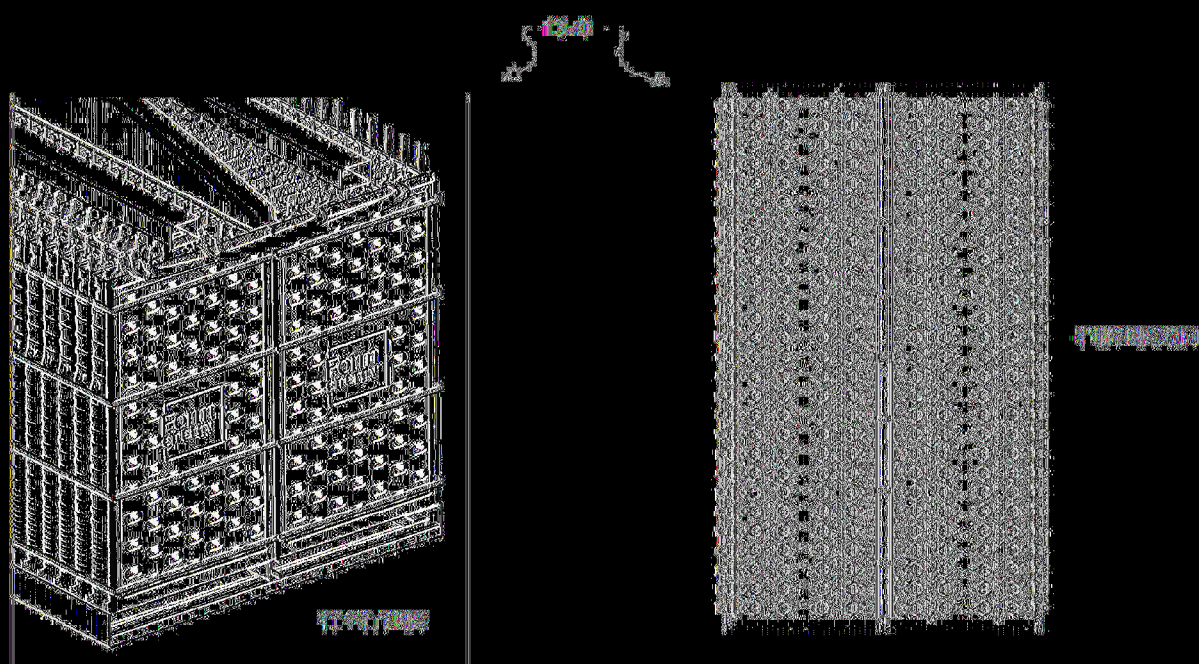
[(圖11)]



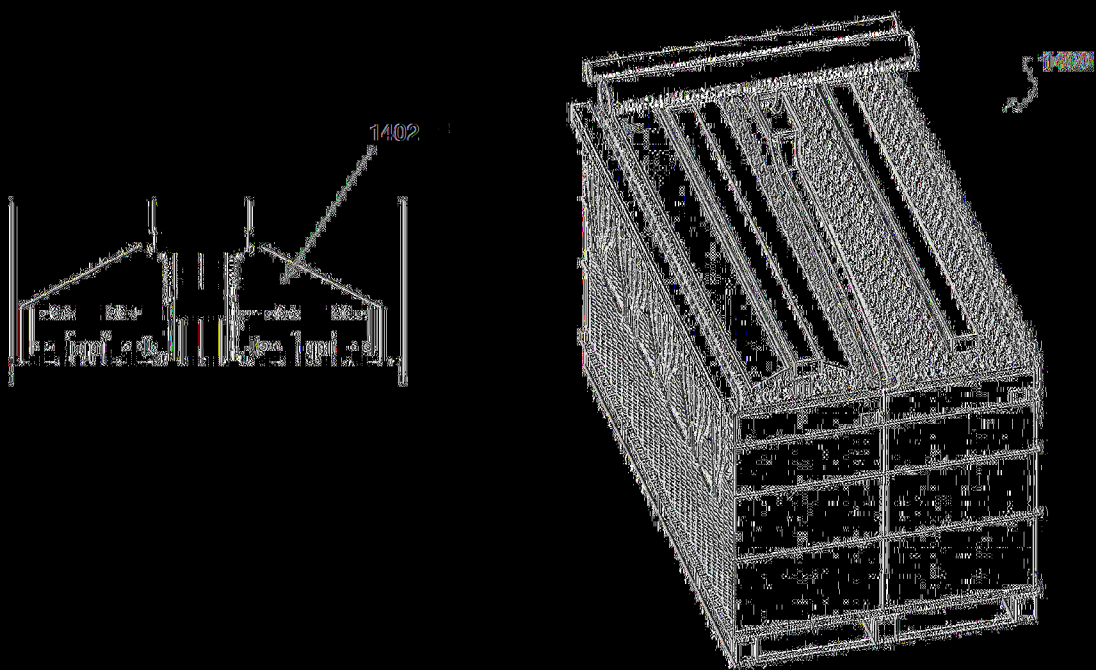
[(圖12A)]



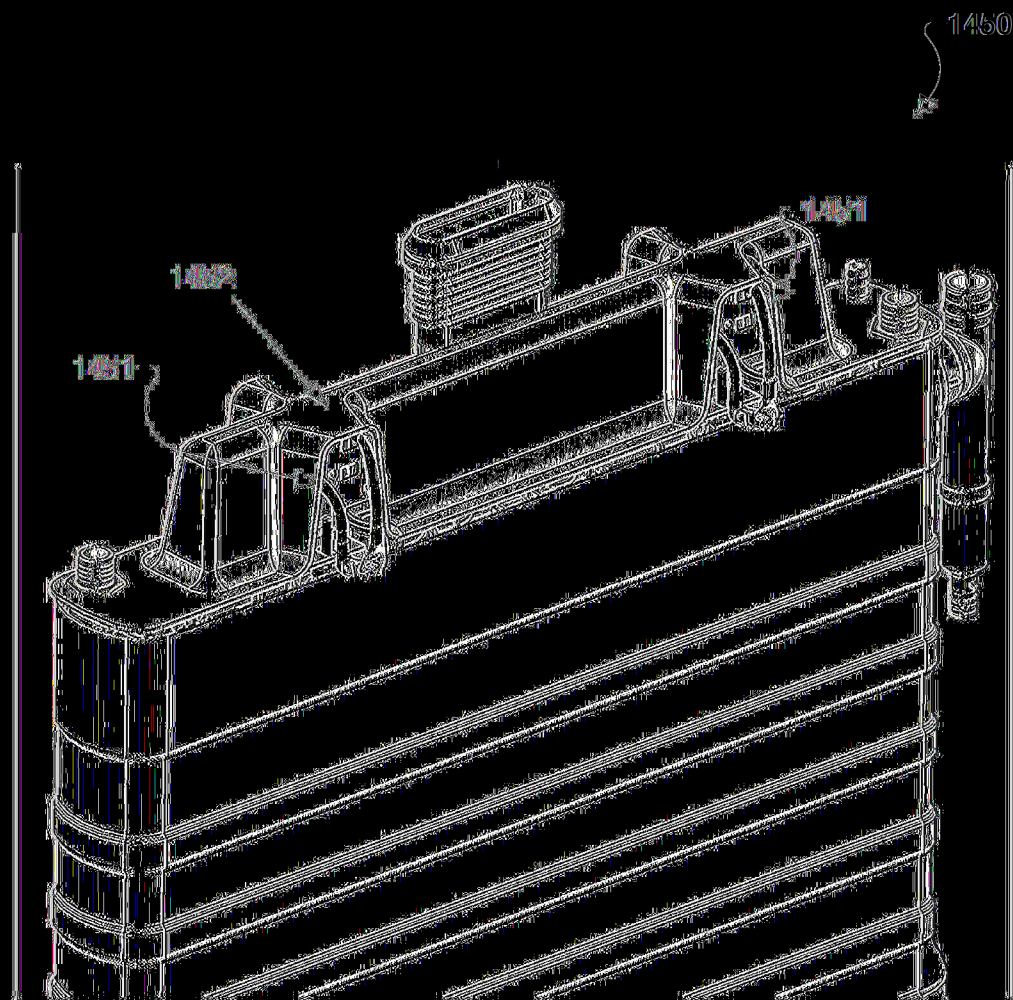
[(圖12B)]



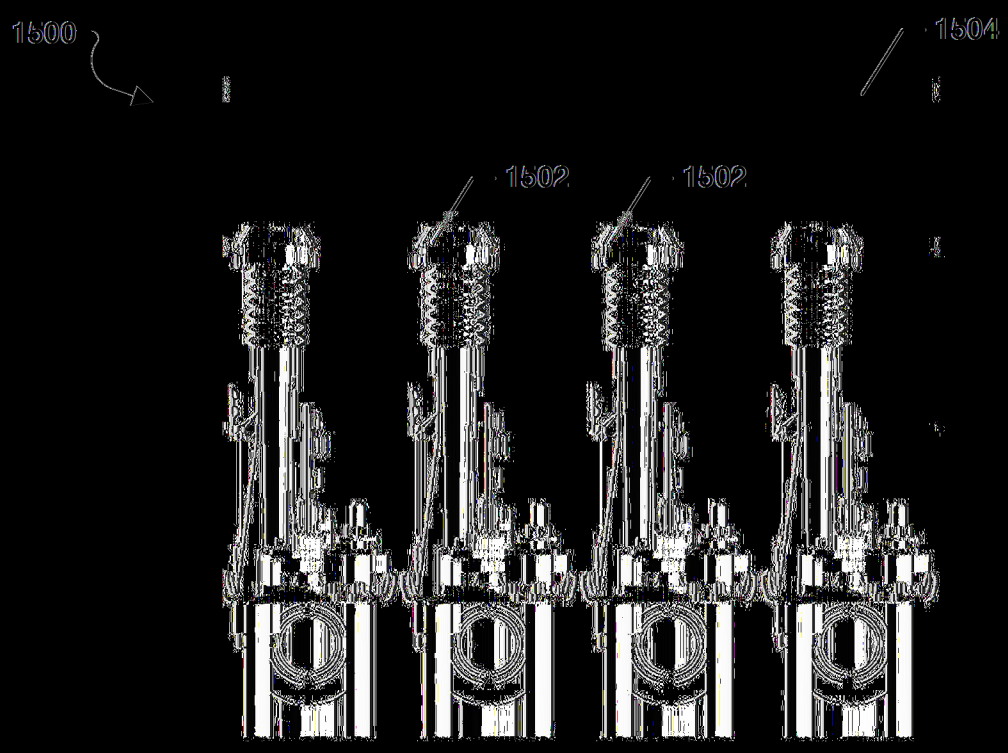
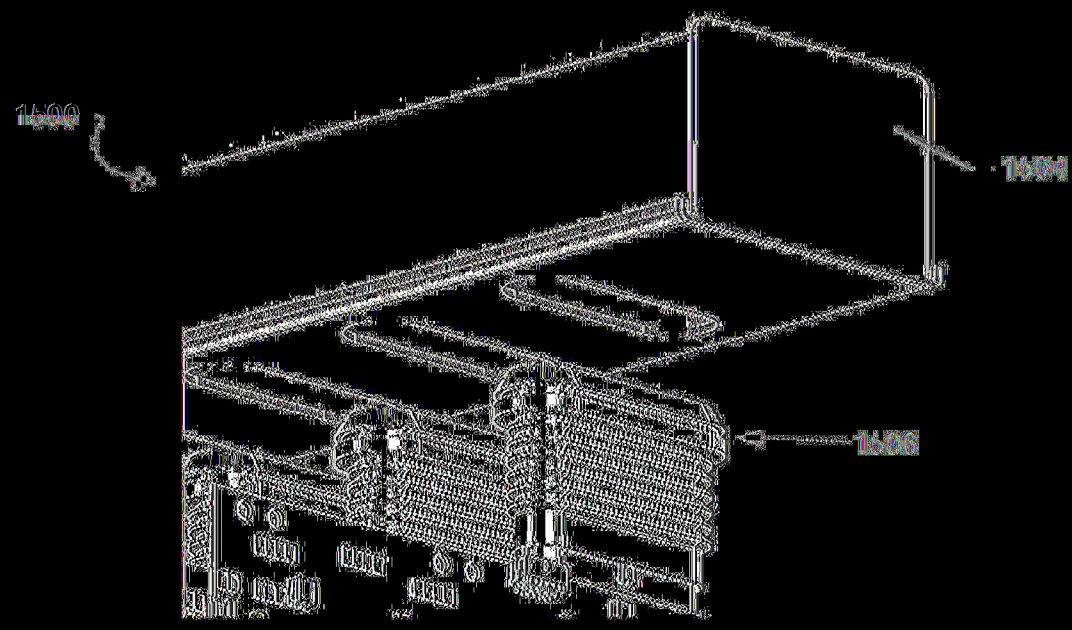
(圖13C)



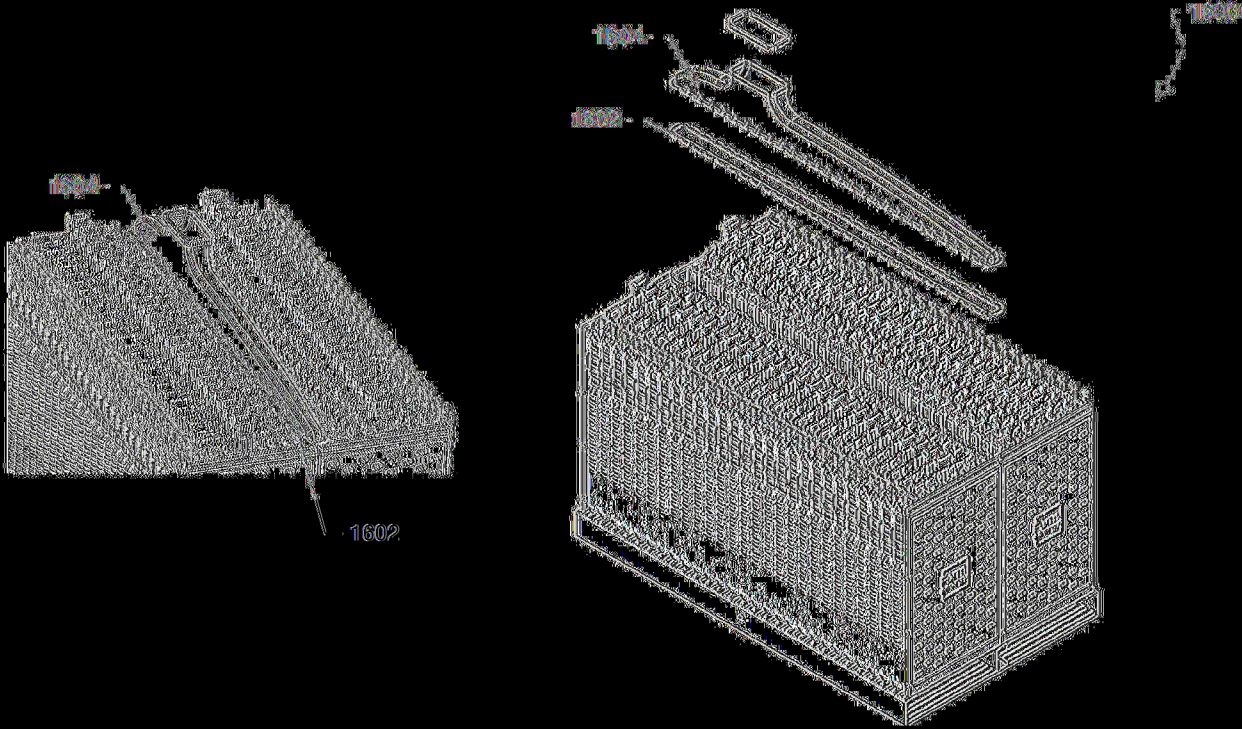
[(圖)14A]



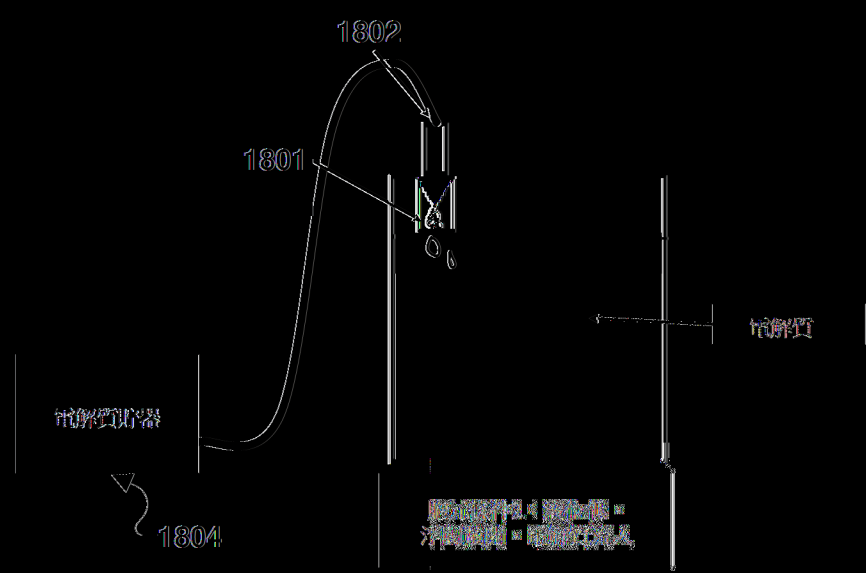
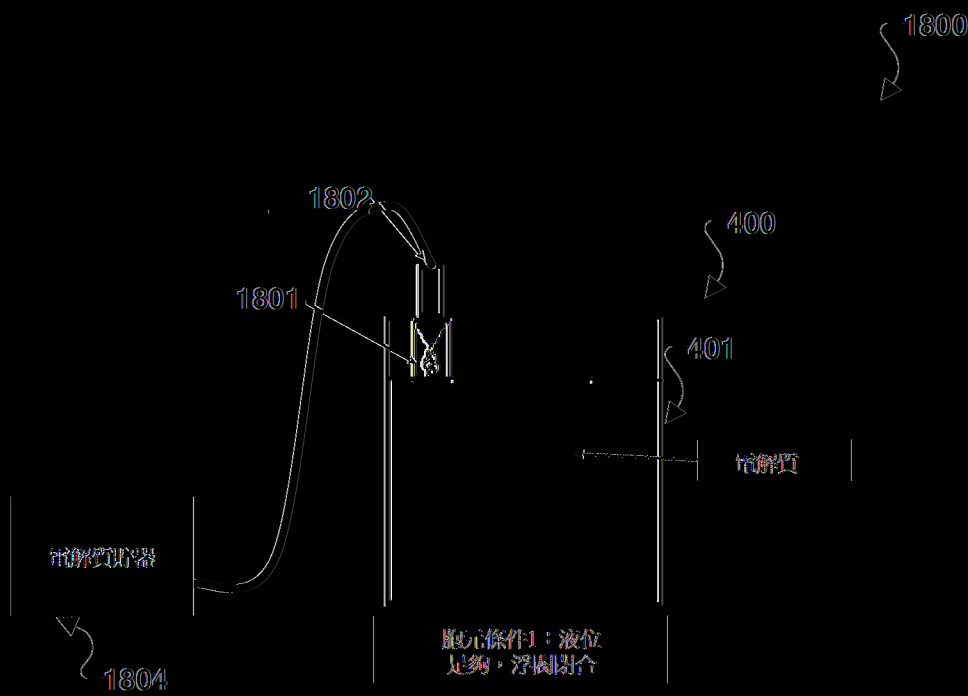
(圖14B)



[(圖15)]

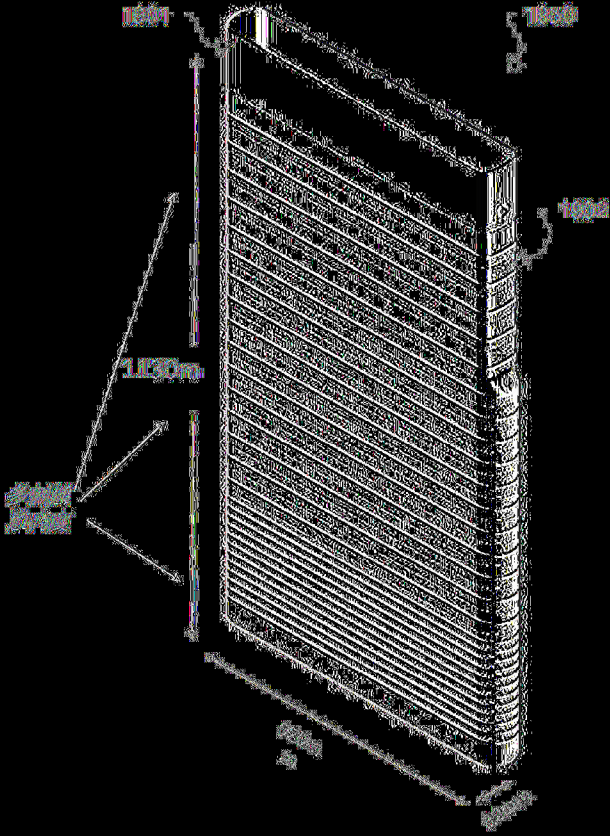
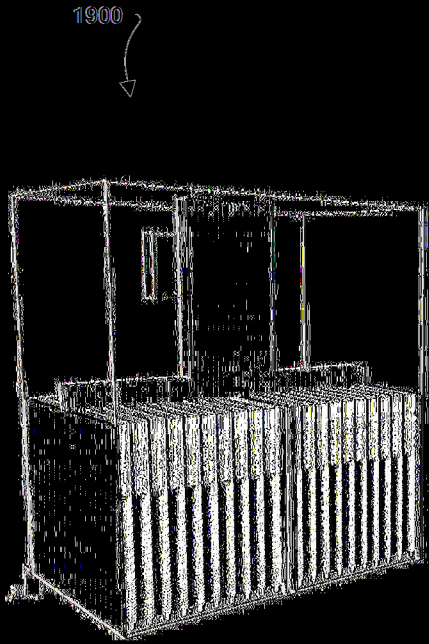


[(圖)16]

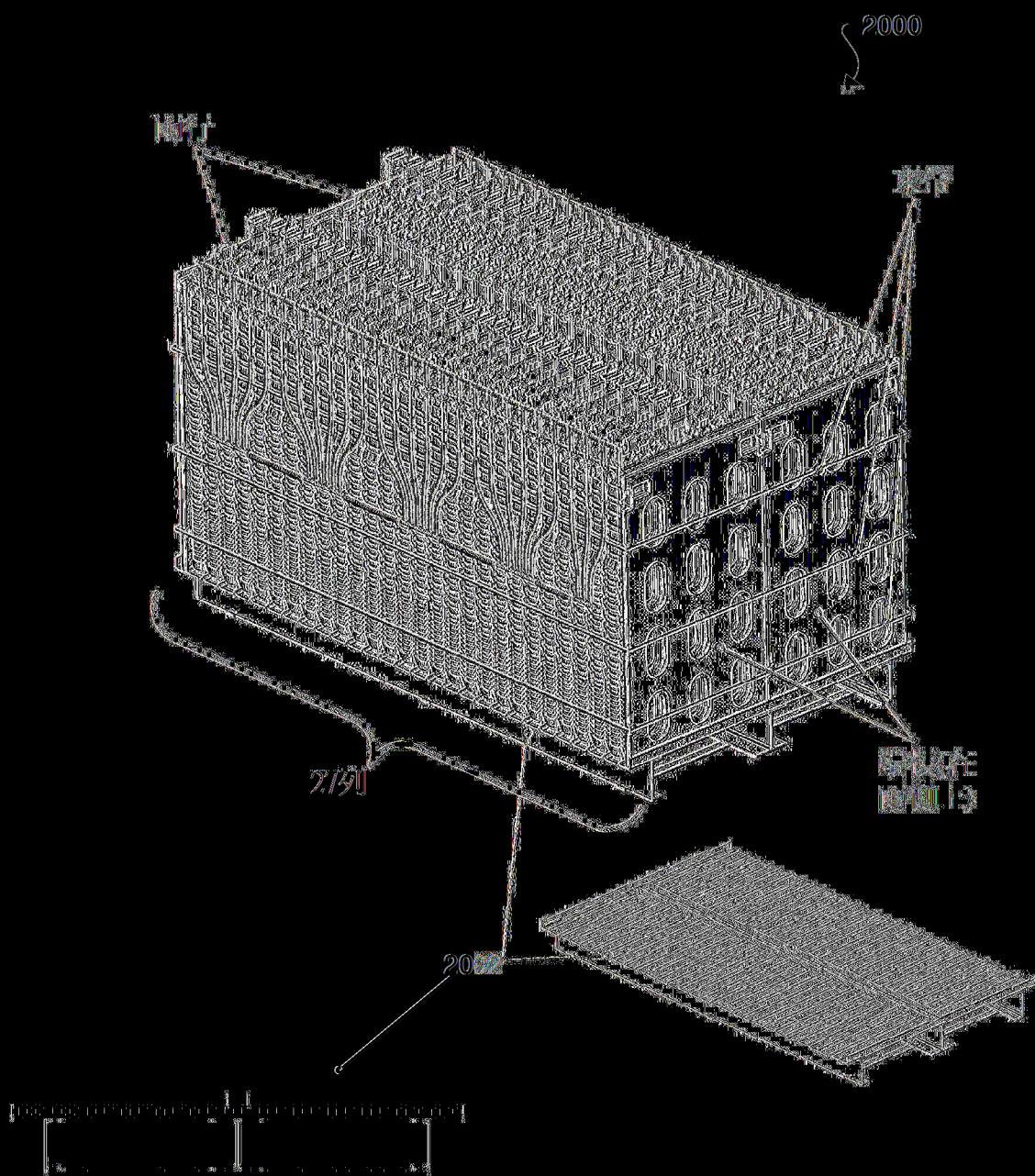


15

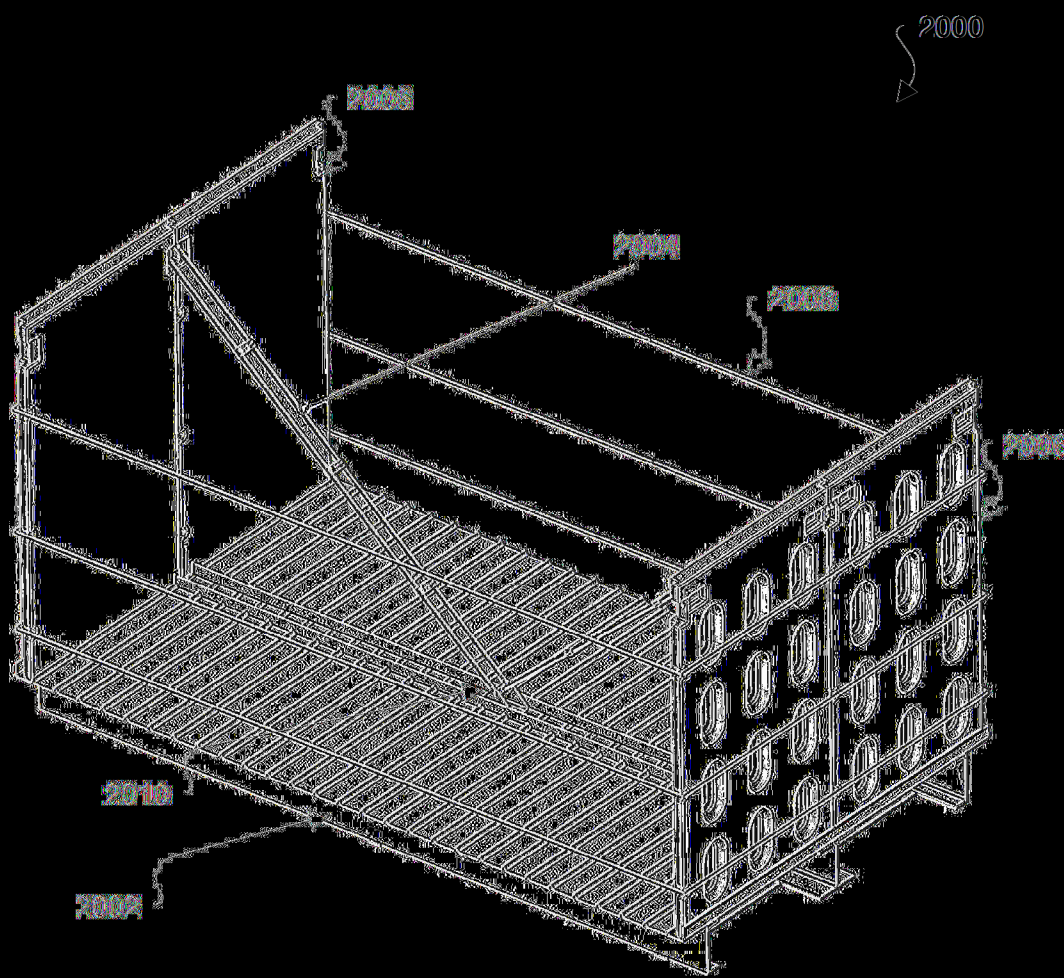
|(圖18)|



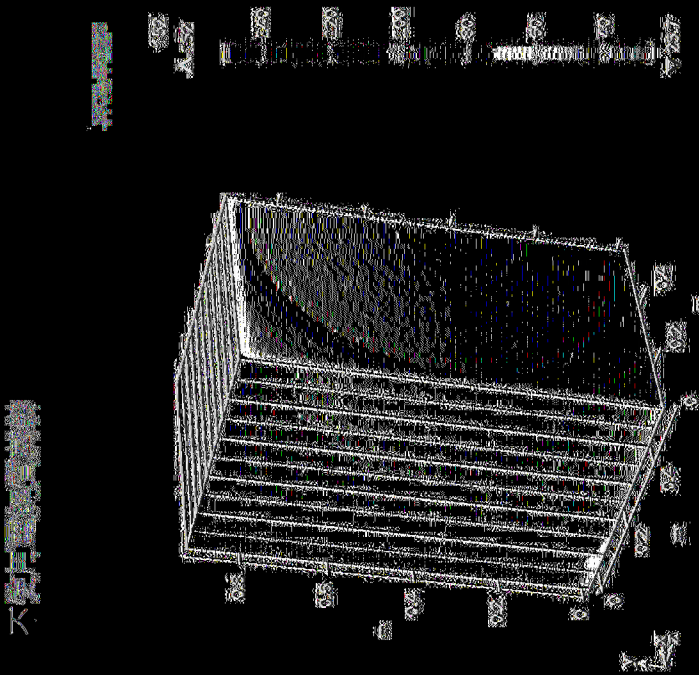
(圖19)



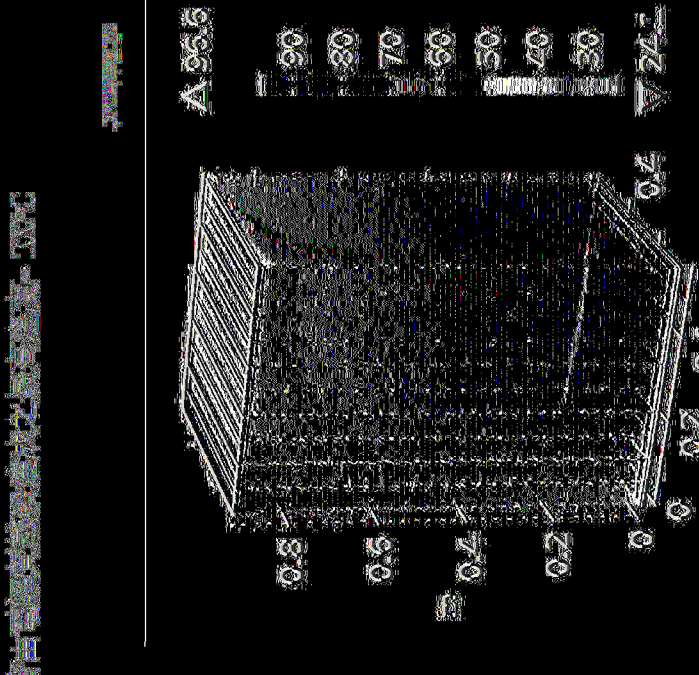
[(圖20A)]



|(圖20B)|



[圖 22]



245

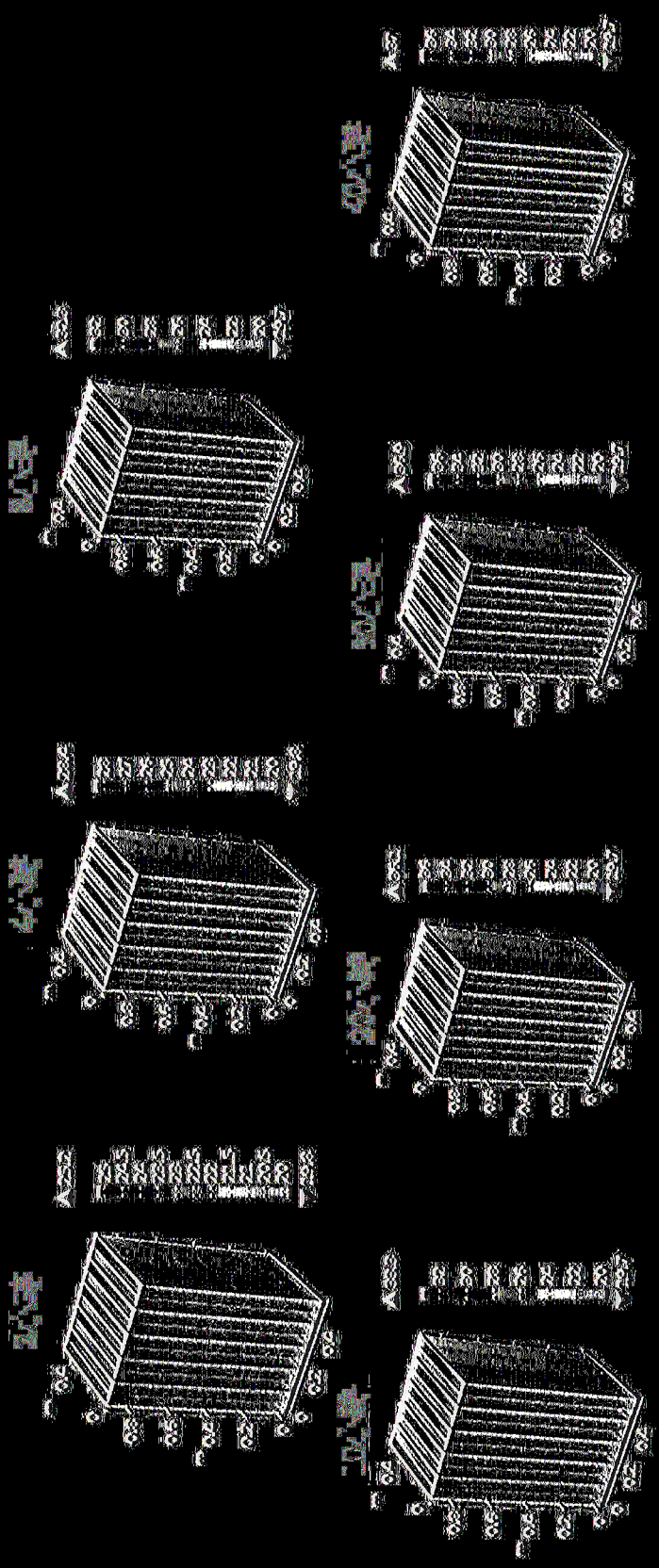


圖 100 圖 110 圖 120 圖 130 圖 140 圖 150 圖 160 圖 170

圖 100

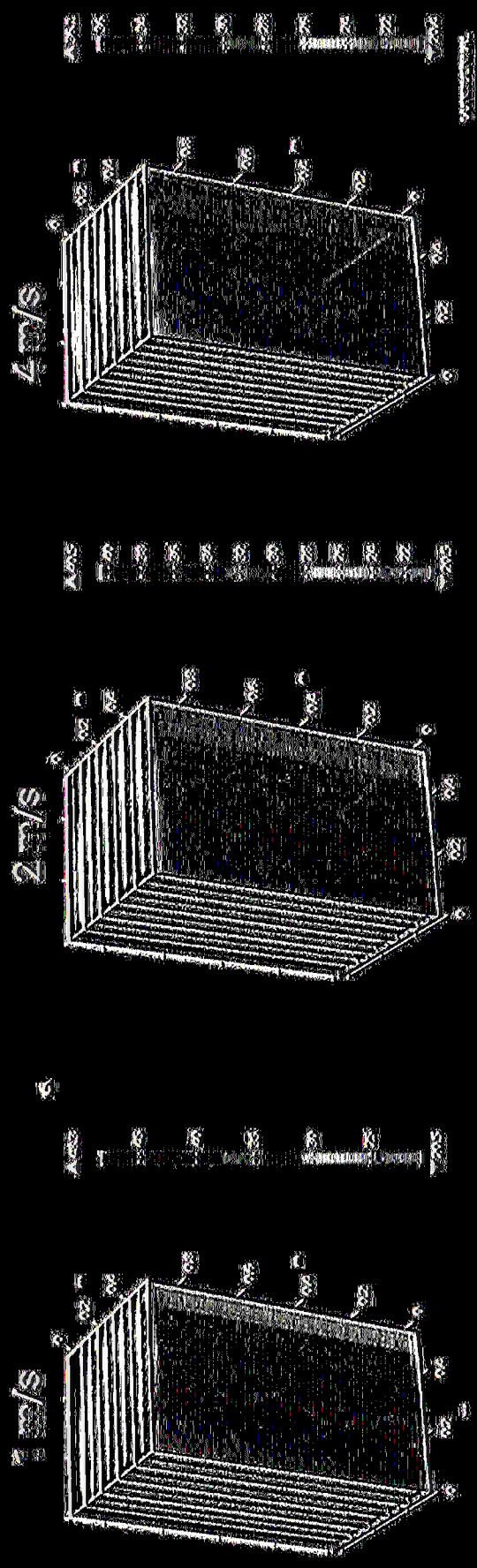


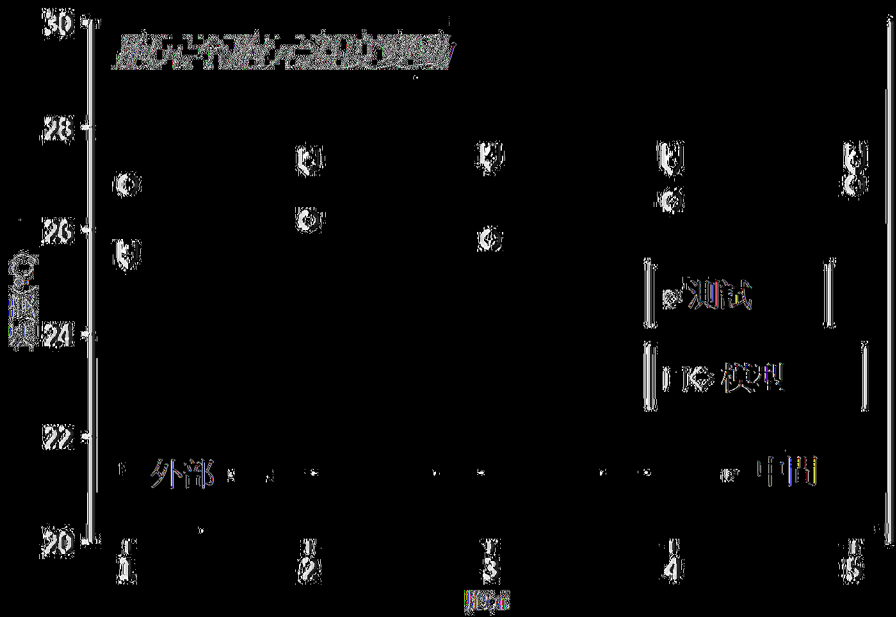
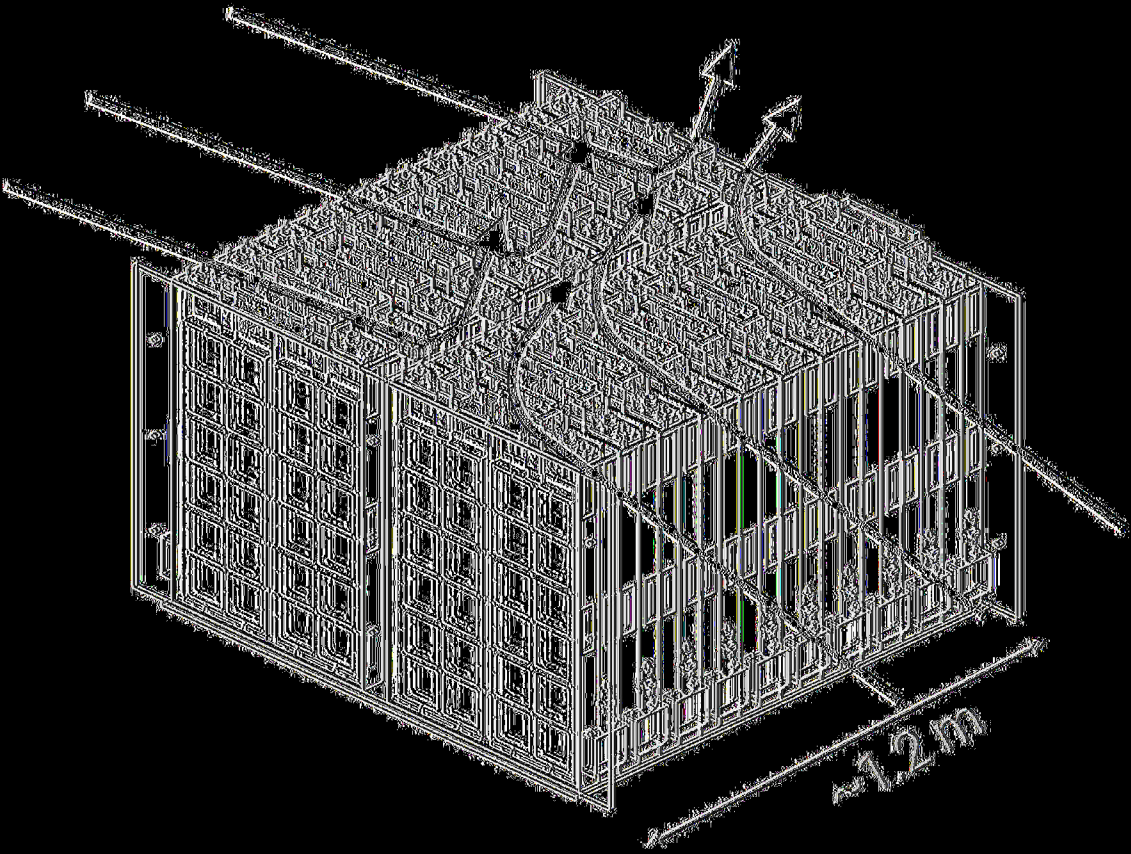
圖 26 顯示了三個不同風速下的空氣冷卻通道之示意圖，其風速分別為 1 m/s、2 m/s 及 4 m/s。圖中展示了空氣在通道內的流動情況，以及風速對冷卻效果的影響。

圖 26

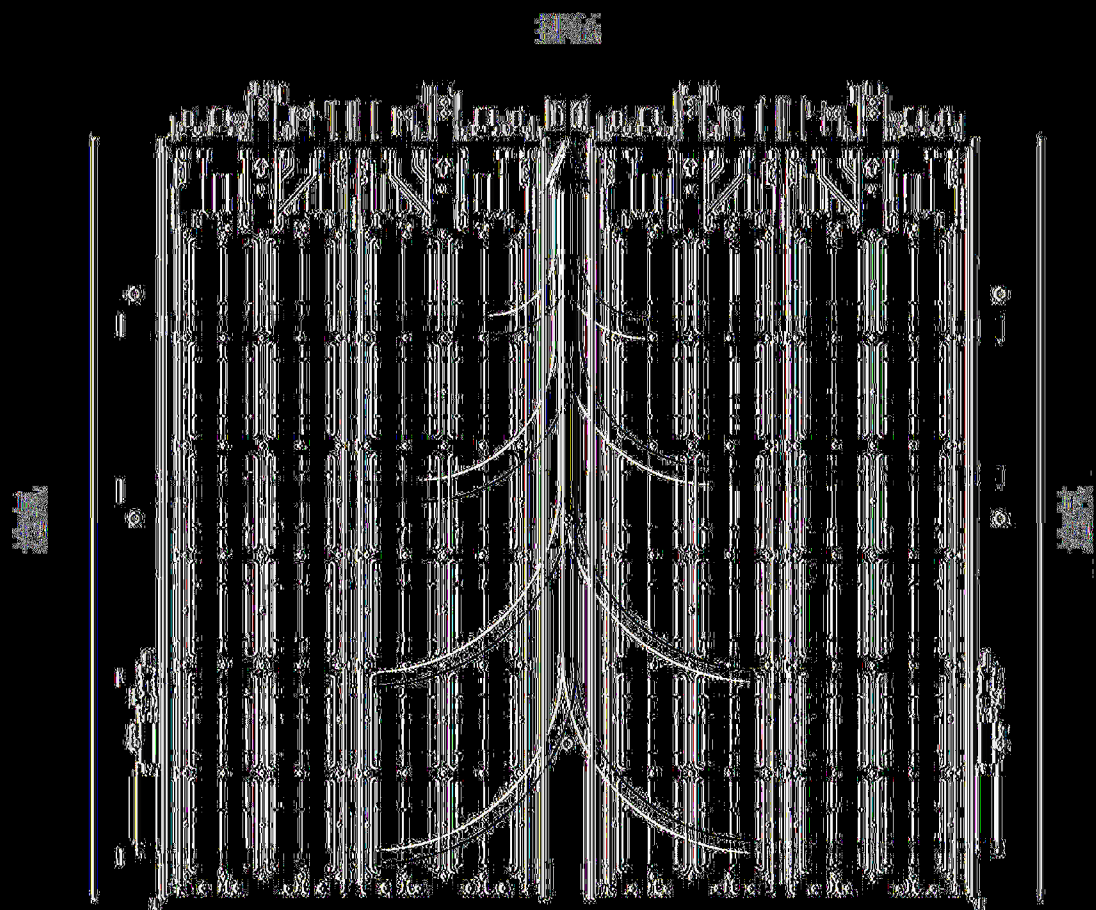
Journal of Management Inquiry 22(1) 3-15

278 JOURNAL OF DOCUMENTATION

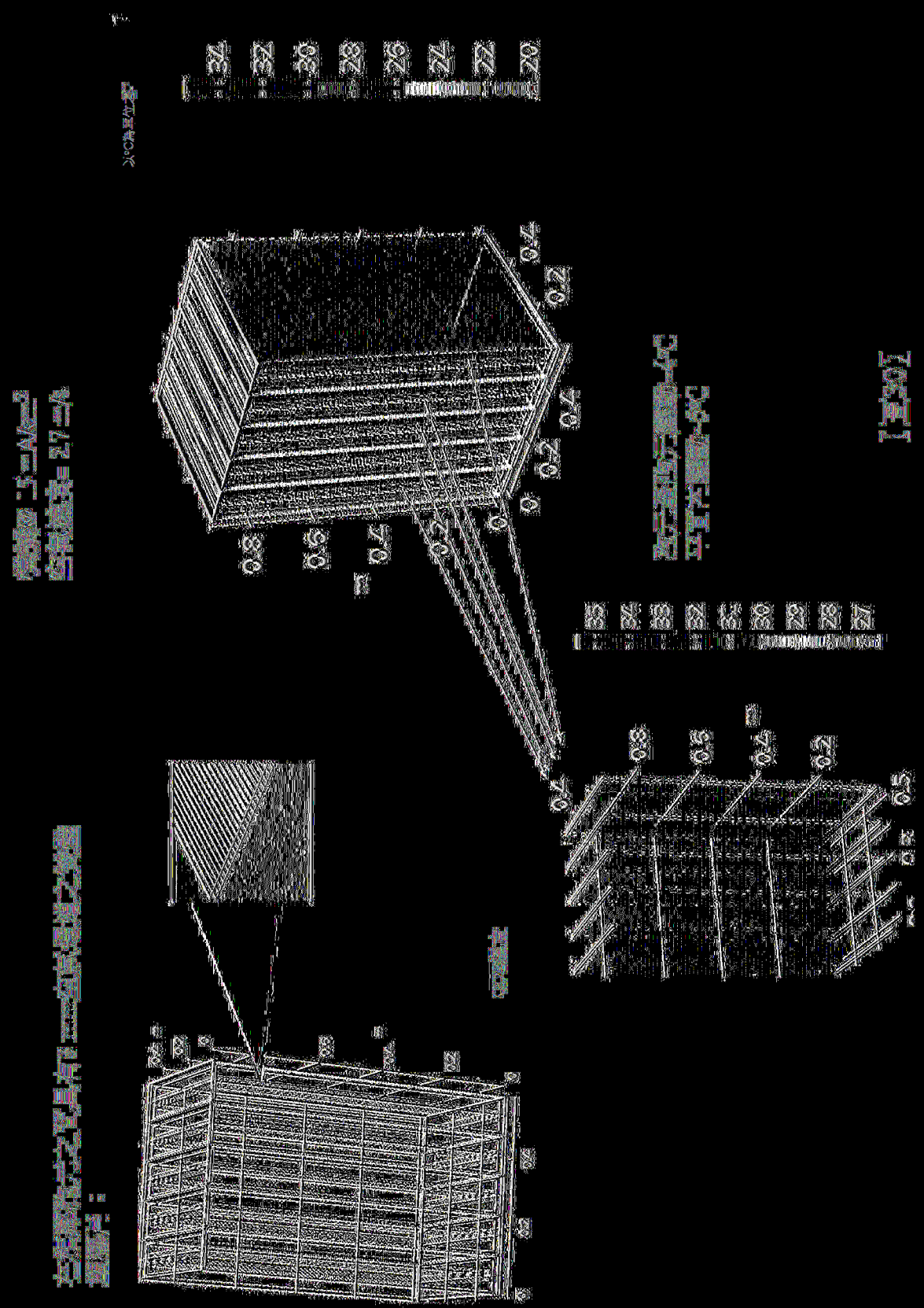
Figure 1. The effect of the number of trials on the number of correct responses. The number of correct responses was plotted against the number of trials for each condition. The number of correct responses increased with the number of trials for all conditions. The number of correct responses was highest for the condition with the highest number of trials (10 trials) and lowest for the condition with the lowest number of trials (2 trials).

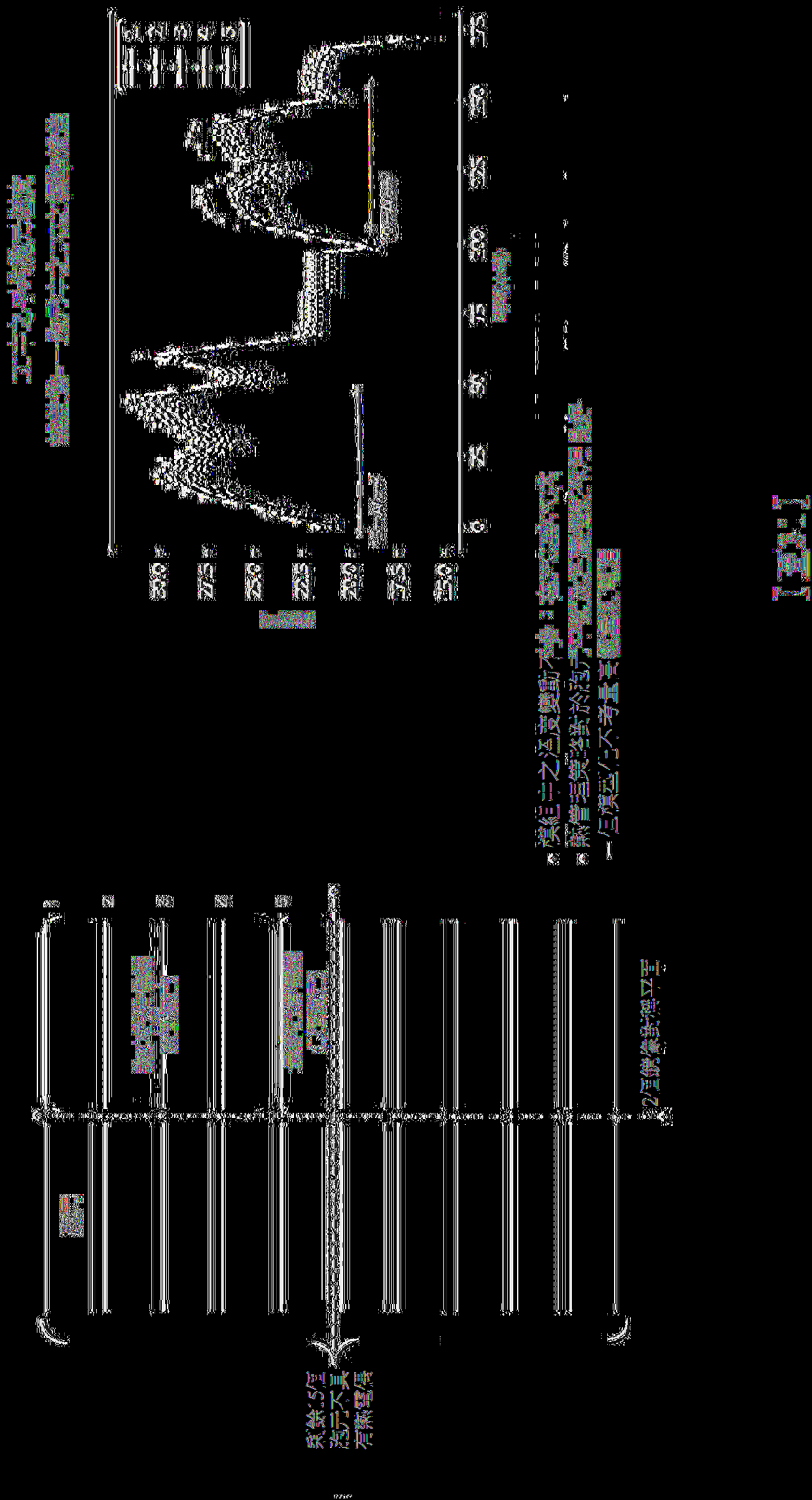


[(圖)28]



[(圖|29)]





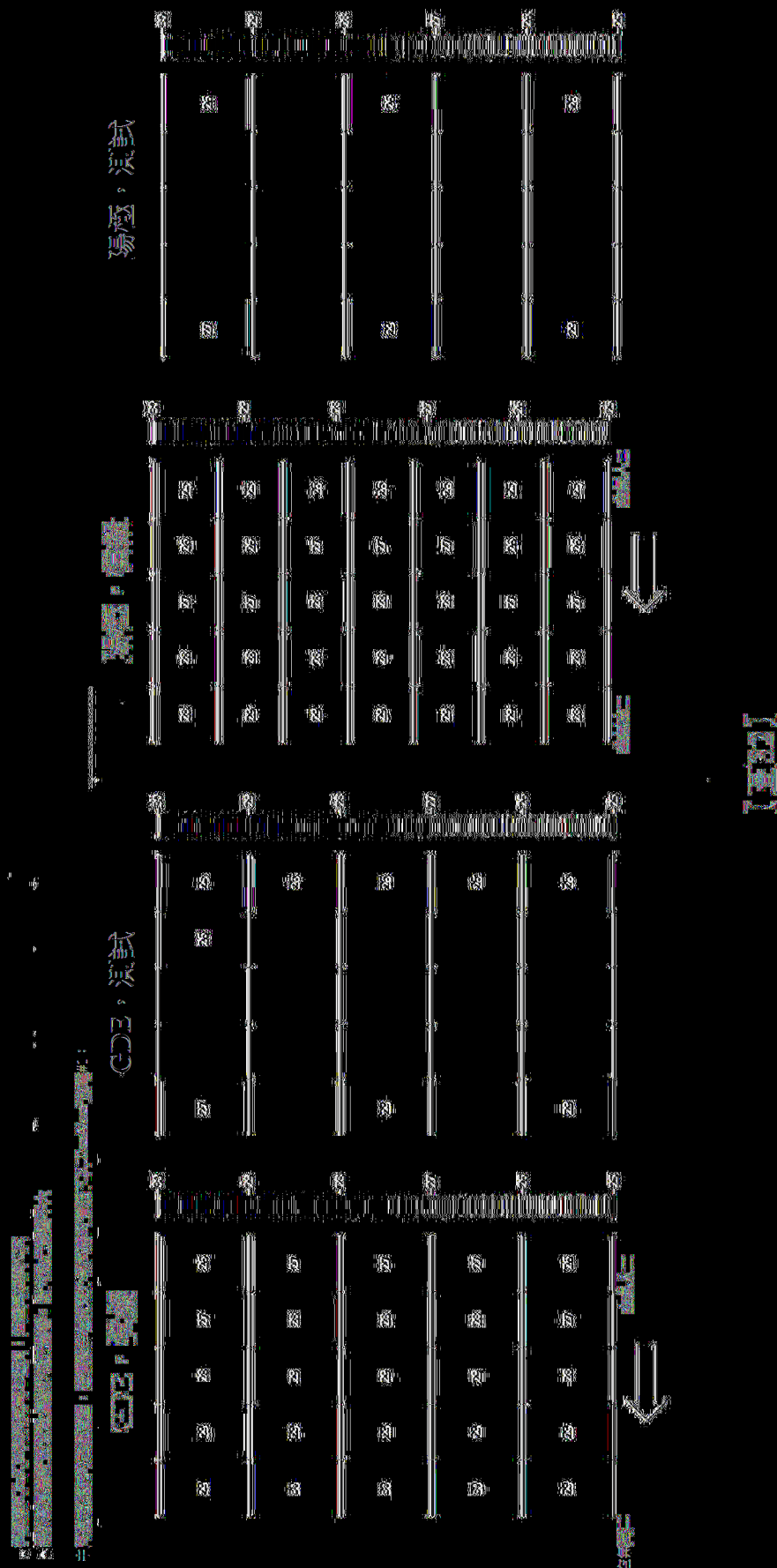


圖 13 比較例 3 之 DSC 熱重分析圖

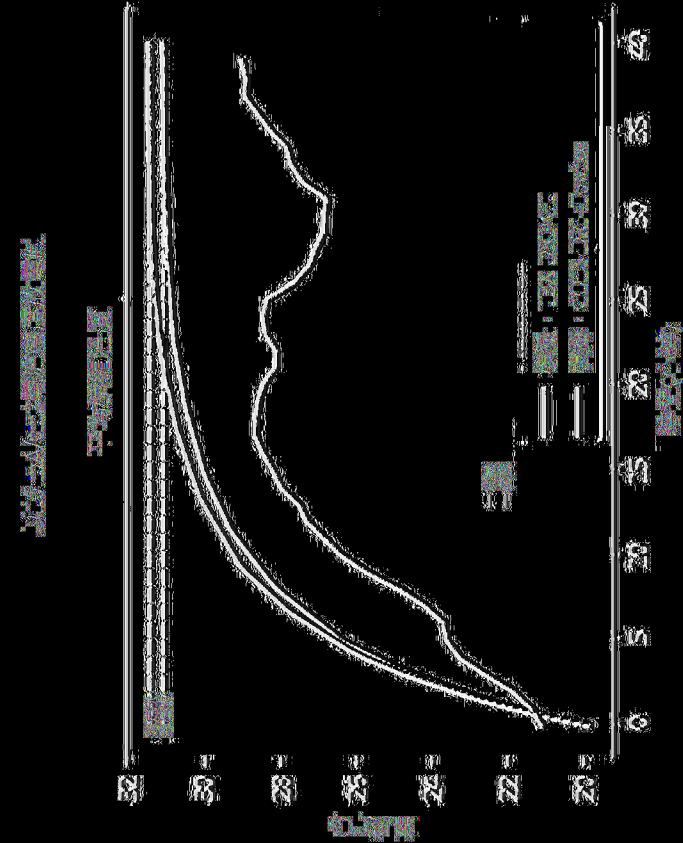
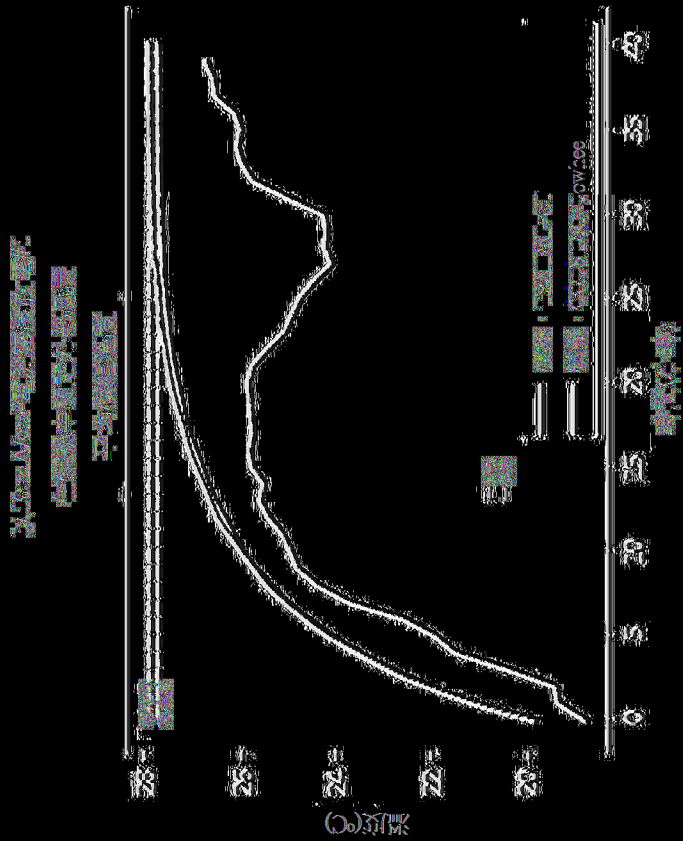
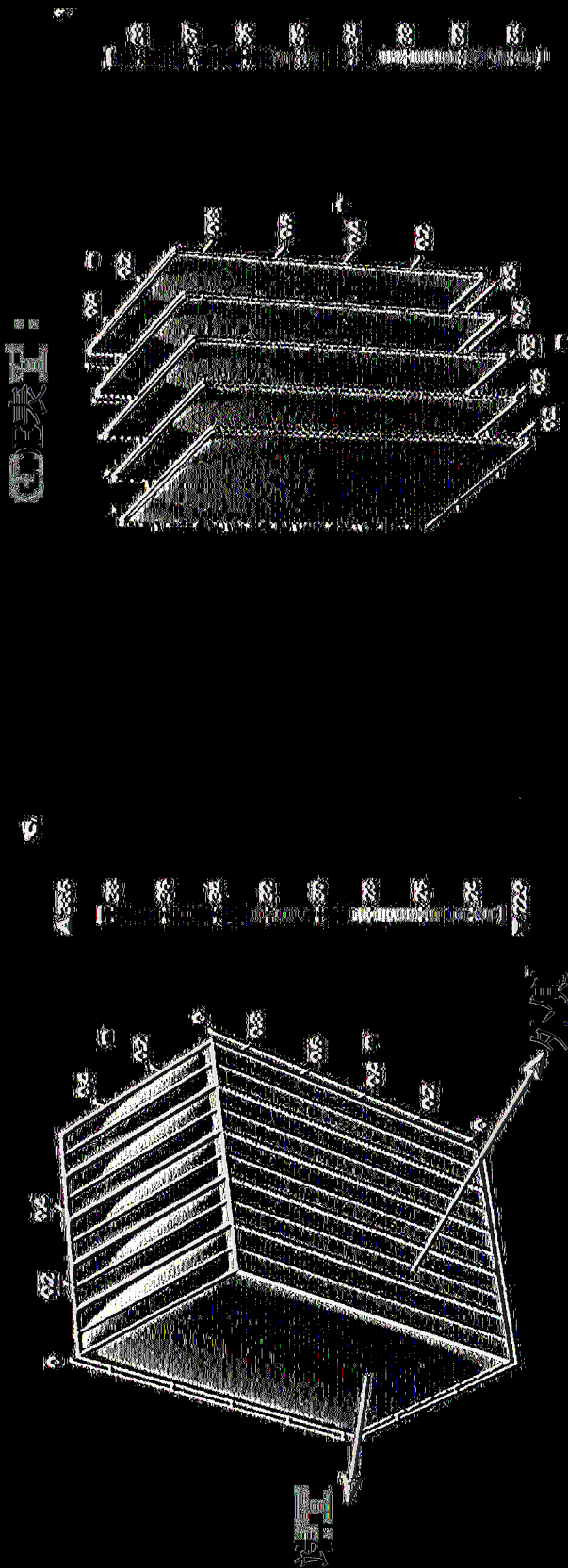


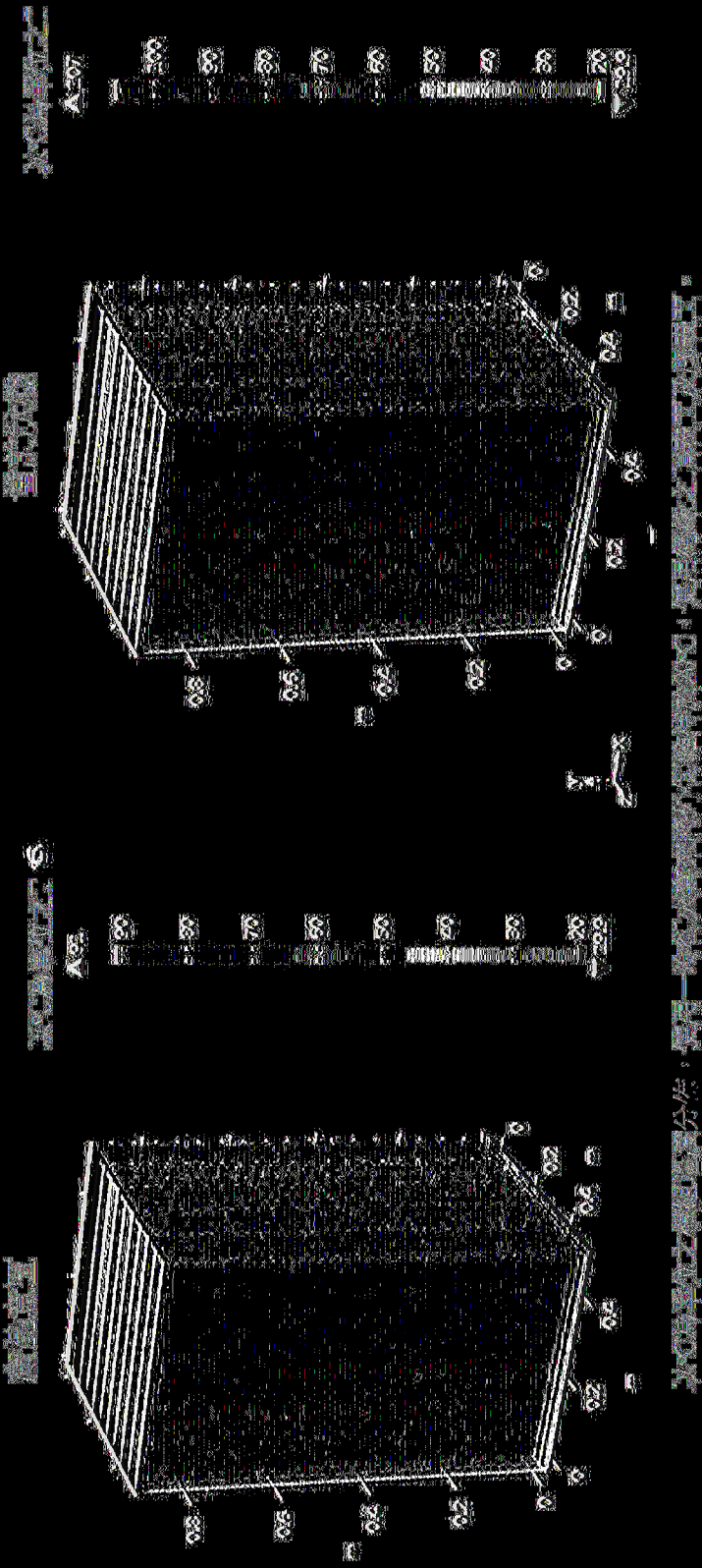
圖 14

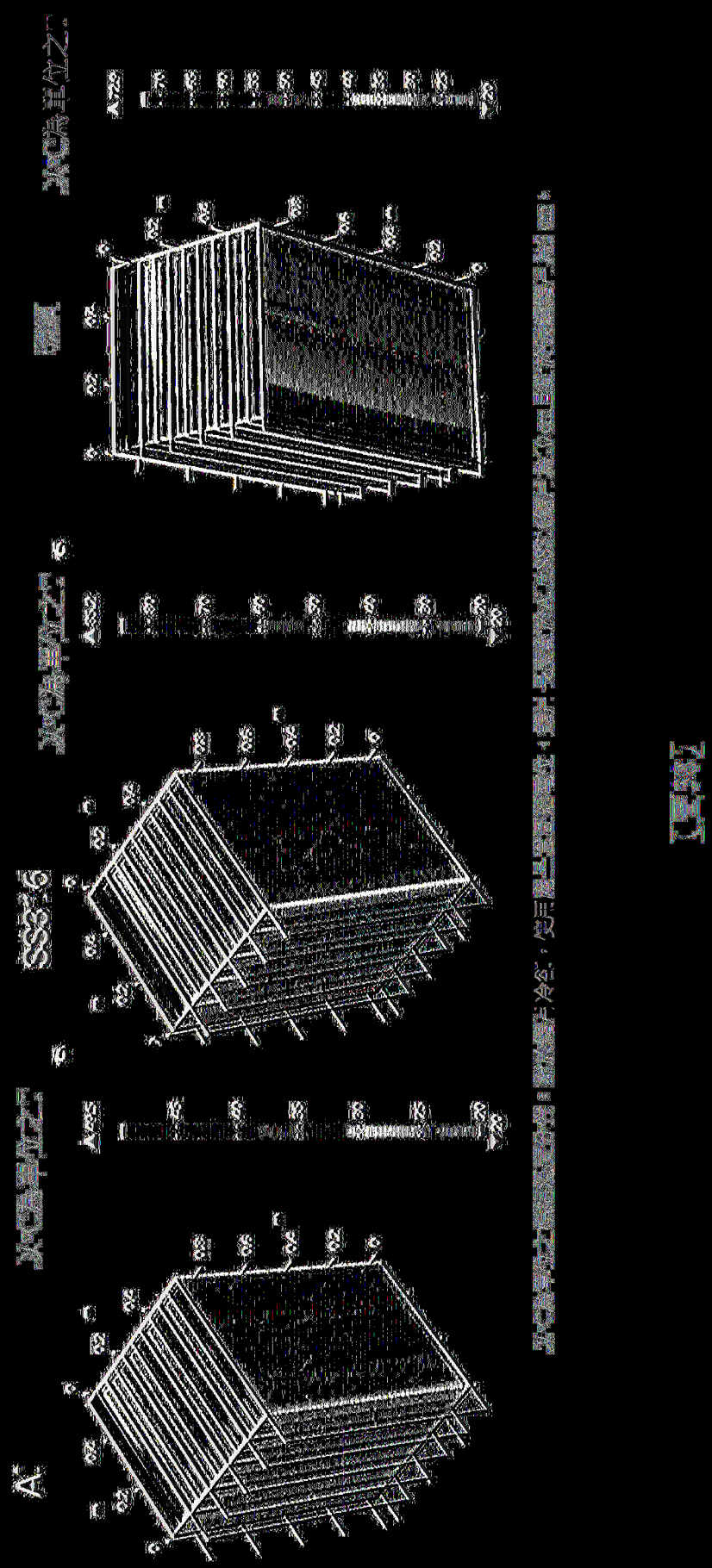




使相鄰兩層之空氣令其溫度之差異，具有較大之溫度差。熱膨脹係將空氣之溫度，使之急劇升溫。

圖 34





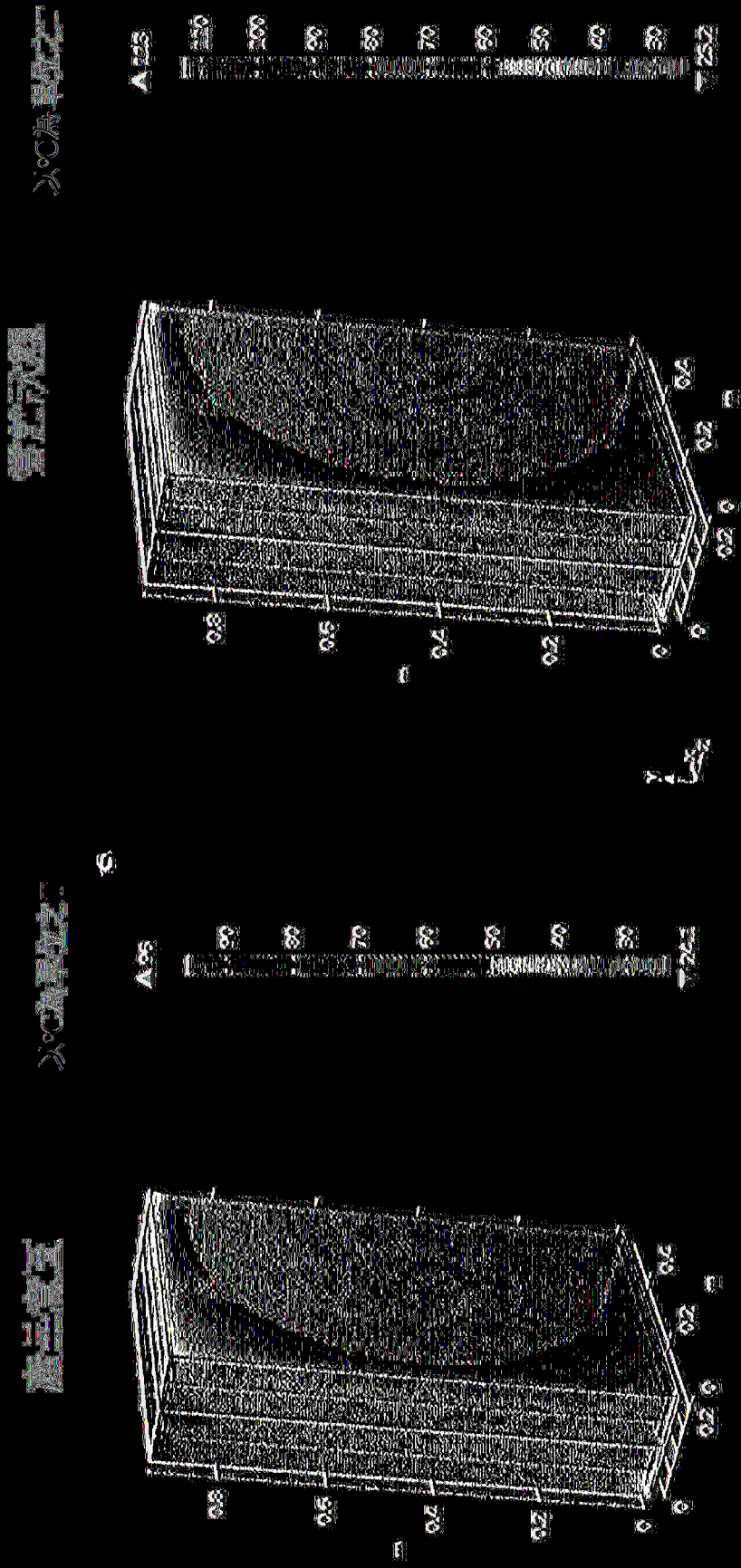


圖 1 為本發明之溫度分布圖，顯示溫度在容器中心處達到最高值。

圖 1