



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201737530 A

(43)公開日：中華民國 106 (2017) 年 10 月 16 日

(21)申請案號：106111637

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 04 月 07 日

(51)Int. Cl.：

*H01M2/14 (2006.01)**H01M2/20 (2006.01)**H01M4/04 (2006.01)*

(30)優先權：2016/04/14

美國

62/322,415

2016/10/31

美國

15/338,969

(71)申請人：應用材料股份有限公司 (美國) APPLIED MATERIALS, INC. (US)

美國

(72)發明人：郭 炳松 KWAK, BYUNG-SUNG (US)；孫 立中 SUN, LIZHONG (US)；朴 吉

貝克 PARK, GIBACK (US)；阿吉里斯 迪米崔歐斯 ARGYRIS, DIMITRIOS

(US)；楊 裕德 YOUNG, MICHAEL YU-TAK (US)；法蘭克林 傑佛瑞 L

FRANKLIN, JEFFREY L. (US)

(74)代理人：李世章；彭國洋

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：3 共 35 頁

(54)名稱

薄膜電池設備及形成方法

THIN FILM BATTERY DEVICE AND METHOD OF FORMATION

(57)摘要

一種薄膜電池，可包括：一陰極電流收集器，該陰極電流收集器安置在一第一平面上；一設備堆疊，安置在該陰極電流收集器上，該設備堆疊包括一陽極電流收集器，該陽極電流收集器安置在該第一平面上方的一第二平面上；及一薄膜封裝物，該薄膜封裝物安置在該設備堆疊上方，其中該薄膜封裝物包括沿該陽極電流收集器的一表面延伸的一第一部分及沿該設備堆疊的複數個側延伸的一第二部分，其中該陰極電流收集器延伸於該薄膜封裝物的該第二部分下方及該薄膜封裝物外面；及其中該陽極電流收集器延伸於該薄膜封裝物的該第一部分下方及該薄膜封裝物外面。

A thin film battery may include: a cathode current collector, the cathode current collector being disposed in a first plane; a device stack disposed on the cathode current collector, the device stack comprising an anode current collector, the anode current collector being disposed in a second plane, above the first plane; and a thin film encapsulant, the thin film encapsulant disposed above the device stack, wherein the thin film encapsulant comprises a first portion extending along a surface of the anode current collector and a second portion extending along a plurality of sides of the device stack, wherein the cathode current collector extends under the second portion of the thin film encapsulant and outside of the thin film encapsulant; and wherein the anode current collector extends under the first portion of the thin film encapsulant and outside of the thin film encapsulant.

指定代表圖：

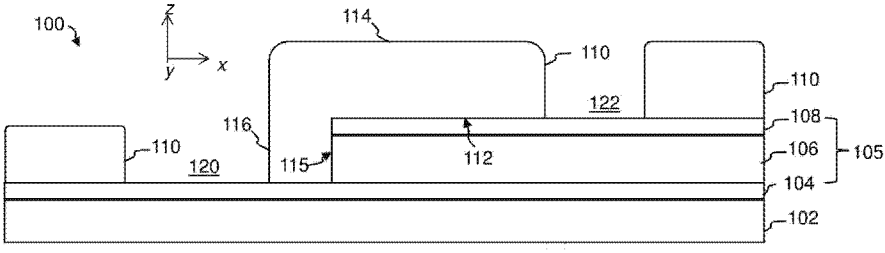


圖1A

符號簡單說明：

- 100 . . . 薄膜電池
- 102 . . . 基板
- 104 . . . 陰極電流收集器
- 105 . . . 設備堆疊
- 106 . . . 習知薄膜電池中的額外元件組成的部分
- 108 . . . 陽極電流收集器
- 110 . . . 薄膜封裝物
- 112 . . . 表面
- 114 . . . 部分
- 115 . . . 側
- 116 . . . 部分
- 120 . . . 區域
- 122 . . . 區域



E 申請日: 106/04/07

I IPC分類: **H01M 2/14** (2006.01)
H01M 2/20 (2006.01)
H01M 4/04 (2006.01)**【發明摘要】****【中文發明名稱】** 薄膜電池設備及形成方法**【英文發明名稱】** THIN FILM BATTERY DEVICE AND METHOD OF
FORMATION**【中文】**

一種薄膜電池，可包括：一陰極電流收集器，該陰極電流收集器安置在一第一平面上；一設備堆疊，安置在該陰極電流收集器上，該設備堆疊包括一陽極電流收集器，該陽極電流收集器安置在該第一平面上方的一第二平面上；及一薄膜封裝物，該薄膜封裝物安置在該設備堆疊上方，其中該薄膜封裝物包括沿該陽極電流收集器的一表面延伸的一第一部分及沿該設備堆疊的複數個側延伸的一第二部分，其中該陰極電流收集器延伸於該薄膜封裝物的該第二部分下方及該薄膜封裝物外面；及其中該陽極電流收集器延伸於該薄膜封裝物的該第一部分下方及該薄膜封裝物外面。

【英文】

A thin film battery may include: a cathode current collector, the cathode current collector being disposed in a first plane; a device stack disposed on the cathode current collector, the device stack comprising an anode current collector, the anode current collector being disposed in a second plane, above the first plane; and a thin film encapsulant, the thin film encapsulant disposed above the device stack, wherein the thin film encapsulant comprises a first portion extending along a surface of the anode current collector and a second portion extending along a

申請案號：

申請日：

IPC 分類：

plurality of sides of the device stack, wherein the cathode current collector extends under the second portion of the thin film encapsulant and outside of the thin film encapsulant; and wherein the anode current collector extends under the first portion of the thin film encapsulant and outside of the thin film encapsulant.

【指定代表圖】第（ 1A ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

1 0 0 薄 膜 電 池

1 0 2 基 板

1 0 4 陰 極 電 流 收 集 器

1 0 5 設 備 堆 疊

1 0 6 習 知 薄 膜 電 池 中 的 額 外 元 件 組 成 的 部 分

1 0 8 陽 極 電 流 收 集 器

1 1 0 薄 膜 封 裝 物

1 1 2 表 面

1 1 4 部 分

1 1 5 側

1 1 6 部 分

1 2 0 區 域

1 2 2 區 域

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】薄膜電池設備及形成方法

【英文發明名稱】THIN FILM BATTERY DEVICE AND METHOD OF FORMATION

【技術領域】

【0001】 此案主張於2016年4月14日所提出之標題為「Volume Change Accommodating TFE Materials」之第62/322,415號之美國臨時專利申請案的優先權，且其整體內容以引用方式併入本文中。

【0002】 本實施例關於用以保護有效設備的薄膜封裝（TFE）技術，且更具體而言是關於封裝薄膜電池設備。

【先前技術】

【0003】 在製造薄膜電池設備時，對於形成設備的有效區域（或前端）而言及對於形成設備的封裝部分（或後端）而言，設備結構的佈局（patterning）仍然是個挑戰。

【0004】 具體而言，對於無縫整合進併入薄膜電池的系統而言，形成非常薄的電池的能力是很有益的。為此，減少非有效材料（例如封裝材料）是有用的，因此薄膜電池的非有效部分最低限度地增加電池的整體尺寸。包裝能量存儲設備（例如薄膜電池）的習知方法包括囊裝（pouching）、積層等等。這些方法對於被包裝或封裝的設備添加了不理想的重量及體積量。用於保護薄膜電池之有效元件的薄膜封裝（TFE）方法在對系統添加最小的材料及體積的情況下提供了可能簡化的封裝方式。值得注

意的是，用於這些類型之設備（例如薄膜電池）的TFE方法基於若干理由是更具挑戰性的。首先，適應在設備運作期間對於薄膜封裝物區域添加潛在應力的體積變化是有用的。其次，TFE的主要功能是提供良好的氧化劑滲透屏障性質。並且，TFE可用於封裝包括較大拓樸變化的設備結構。目前，針對提供這些設備的強健及一致的長期運作，缺乏著良好的TFE製造方法及造成的設備架構。

【0005】 是針對這些及其他考量而提供本揭示案。

【發明內容】

【0006】 在一個實施例中，一種薄膜電池可包括：一陰極電流收集器，該陰極電流收集器安置在一第一平面上；一設備堆疊，安置在該陰極電流收集器（CCC）上，其中該設備堆疊包括一陽極電流收集器（ACC），其中該陽極電流收集器安置在該第一平面上方的一第二平面上。該薄膜電池可更包括：一薄膜封裝物，其中該薄膜封裝物安置在該設備堆疊上方，其中該薄膜封裝物包括沿該陽極電流收集器的一表面延伸的一第一部分及沿該設備堆疊的複數個側延伸的一第二部分。該陰極電流收集器可延伸於該薄膜封裝物的該第二部分下方及該薄膜封裝物外面，且該陽極電流收集器可延伸於該薄膜封裝物的該第一部分下方及該薄膜封裝物外面。

【0007】 在另一實施例中，一種形成一薄膜電池的方法可包括以下步驟：在一第一平面上的一基板上沉積一陰極電流收集器，及在該陰極電流收集器上形成一設備堆疊，

其中該設備堆疊包括一陽極電流收集器。該陽極電流收集器可安置在該第一平面上方的一第二平面上。該方法可包括以下步驟：在該設備堆疊上方形成一薄膜封裝物，其中該薄膜封裝物包括沿該陽極電流收集器的一表面延伸的一第一部分及沿該設備堆疊的一側延伸的一第二部分。該陰極電流收集器可延伸於該設備堆疊下方、該薄膜封裝物的該第二部分下方及該薄膜封裝物外面。該陽極電流收集器可延伸於該薄膜封裝物的該第一部分下方及該薄膜封裝物外面。

【0008】 在另一實施例中，一種封裝一薄膜電池的方法可包括以下步驟：在一基板基底上提供一有效設備區域，其中該有效設備區域包括一陰極電流收集器及一設備堆疊。該設備堆疊可安置在該陰極電流收集器的一部分上且包括一陽極電流收集器。該方法亦可包括以下步驟：在該設備堆疊上方形成一薄膜封裝物，其中該薄膜封裝物包括沿該陽極電流收集器的一表面延伸的一第一部分及沿該設備堆疊的一側延伸的一第二部分。該陰極電流收集器可延伸於該設備堆疊下方、該薄膜封裝物的該第二部分下方及該薄膜封裝物外面，且該陽極電流收集器可延伸於該薄膜封裝物的該第一部分下方及該薄膜封裝物外面。

【圖式簡單說明】

【0009】 圖1A繪示依據本揭示案之各種實施例的薄膜電池；

【0010】 圖1B提供薄膜電池的一個實施例，其依據本揭示案之實施例而佈置；

【0011】 圖2A-2J繪示各種組裝階段下之薄膜電池的橫截面圖；及

【0012】 圖3圖示依據本揭示案之實施例的示例性程序流程。

【實施方式】

【0013】 現將參照隨附繪圖在下文中更完全地描述本實施例，某些實施例圖示於該等繪圖處。本揭示案的標的可以許多不同的形式實施且不要被建構為限於本文中所闡述的實施例。這些實施例是被提供為使得此揭示案將是透徹及完整的，且將向本領域中具技藝者完全傳達標的的範圍。在繪圖中，類似的標號在各處指稱類似的構件。

【0014】 本實施例關於薄膜封裝物結構及方法，其中薄膜封裝物用以最小化有效設備的環境暴露。本實施例針對使用薄膜封裝來封裝的薄膜設備提供新穎的結構及材料組合。

【0015】 有效設備的實例包括了包括電致變色窗口及薄膜電池的電化學設備，其中有效元件材料對於濕氣或其他環境材料是高度敏感/反應性的。為此，習知的電化學設備（例如薄膜電池）可被提供為具有封裝以保護有效元件材料。

【0016】 在各種實施例中，薄膜設備（例如薄膜電池）及用於形成薄膜電池的技術被提供為具有包括封裝物材

料的新穎架構。薄膜電池可包括由有效層組成的層堆疊以及薄膜封裝物，其中薄膜封裝物亦構成多層結構。

【0017】 在各種實施例中，針對形成有效設備區域、薄膜封裝物或有效設備區域及薄膜封裝物的組合，建立了薄膜沉積及佈局操作的新穎組合。

【0018】 依據各種實施例，提供了用於形成薄膜電池的技術，該薄膜電池相較於習知的薄膜電池在結構、易於製造、效能或這些因素的組合方面展現了改良。各種考量可能影響薄膜電池的設計。非窮舉的圖素列表包括：電池適應在電池運作期間發生之薄膜電池之特定區域內之局部體積變化的能力；保護免於氧化滲透作用；及形成考慮拓樸上之大變化之設備的能力。進一步的因素包括：將薄膜電池中的非有效材料限制於可接受位準的能力；形成在設備區域內具有可接受的非有效材料部分之薄膜電池的能力；及使用性價比高的技術來製造薄膜電池的能力。在本文中所揭露的特定實施例中，薄膜封裝的形成以新穎的方式與薄膜電池之有效設備區域的形成整合，該方式允許了對於薄膜電池的運作及穩定性而言更強健的架構。

【0019】 圖1A繪示依據本揭示案之各種實施例的薄膜電池100。薄膜電池100可包括基板102。在某些實施例中，基板102可被視為是形成薄膜電池100之一部分的基板基底，或可充當薄膜電池的支架。取決於外表面之被針對的電氣性質，基板102可為絕緣體、半導體或導體。更

具體而言，取決於應用，基板102可以陶瓷、金屬或玻璃製造，例如氧化鋁、矽玻璃或甚至是鋁或鋼。

【0020】如圖1A中所示，薄膜電池100可包括陰極電流收集器104，其中陰極電流收集器104被安置為第一平面（與所示的笛卡耳座標系統的X-Y平面平行）上之基板102上的層。陰極電流收集器104可為習知的陰極電流收集器，例如金屬或金屬合金。薄膜電池100可包括設備堆疊105，其中設備堆疊105安置在陰極電流收集器104上。設備堆疊105可包括陽極電流收集器108，其中陽極電流收集器108以非共面配置安置在陰極電流收集器104之第一平面上方的第二平面上。設備堆疊105亦可包括由如習知薄膜電池中的額外元件組成的部分106，在某些情況下包括陰極、電解質及陽極。薄膜電池100可更包括安置在設備堆疊105上方的薄膜封裝物110。薄膜封裝物110可用以封裝設備堆疊105的至少一部分以保護薄膜電池100。如下文詳述，在各種實施例中，薄膜封裝物110可包括複數個層。如圖1A中所示，薄膜封裝物110可被佈局為定義不存在薄膜封裝物材料的各種區域。例如，在區域120中，不存在薄膜封裝物材料，而提供了可形成通往薄膜電池100之接點的區域。雖然未圖示，接點材料（例如金屬，例如銀）可被提供在區域120中。此接點材料提供了用於形成通往薄膜電池100之陰極側之外部接點的導電路徑。此外，在區域122中，不存在薄膜封裝物材料，而提供了可形成通往薄膜電池100之接點的區

域。此接點提供了用於形成通往薄膜電池 100 之陽極側之外部接點的導電路徑。

【0021】 在各種實施例中，薄膜封裝物 110 可被佈置為包括沿陽極電流收集器 108 之表面延伸的第一部分及沿設備堆疊 105 的側延伸的第二部分的薄膜封裝物。具體而言，如圖 1A 中所示，薄膜封裝物 110 可包括延伸在陽極電流收集器 108 之表面 112 上方的部分 114 及沿設備堆疊 105 之側 115 延伸的部分 116。如此，薄膜封裝物 110 提供設備堆疊 105 的至少部分的封裝。例如，雖然側 115 被圖示為是被封裝的，封裝亦延伸至設備堆疊 105 的右側（未圖示）。

【0022】 現在看到圖 1B，圖示了薄膜電池 150，其中薄膜電池 150 可為薄膜電池 100 的變體。如所示，薄膜電池 150 可包括：設備堆疊 105，包括陰極 152，其中陰極 152 安置在陰極電流收集器 104 上；及固態電解質 154，其中固態電解質 154 安置在陰極 152 上及陽極電流收集器 108 下方。在此變體中，薄膜封裝物 110 如所示地包括複數個層。具體而言，薄膜封裝物 110 可包括著包括層 160、層 162、層 164、層 166、層 168 及層 170 的層堆疊。薄膜封裝物 110 中的這些層可提供多個功能，包括保護設備堆疊 105 免於受氧氣、水或傾向損傷薄膜電池 100 的其他物種攻擊。為此，薄膜封裝物 110 可在設備堆疊 105 的側 115 上（參照圖 1A）封裝陰極 152、固態電解質 154 及陽極電流收集器 108，以及封裝右側（未圖示）的

陰極 152、固態電解質 154 及陽極電流收集器 108。據此，薄膜封裝物 110 包括沿陽極電流收集器 108 的表面延伸的第一部分及沿設備堆疊 105 的側或多側（包括側 115 及右方的其他側（未圖示））延伸的第二部分。

【0023】 薄膜封裝物 110 可更用以適應在薄膜電池 100 被充電及放電時在設備堆疊 105 中發生的體積變化。例如，在薄膜電池為鋰電池的實施例中，陰極 152 可為包括鋰的 LiCoO_2 材料，其中鋰在充電及放電期間在陰極 152 及陽極電流收集器 108 之間來回擴散。鋰可通過固態電解質 154 而擴散，其中固態電解質 154 可為在設備堆疊 105 中的陰極 152 及陽極區域（未具體圖示）之間傳導鋰的習知的鋰磷氮氧化物（ LiPON ）材料。如此，鋰可能傾向於在充電期間累積在陽極區域中的層中或在放電期間撤離陽極區域，其中陽極區域中的有效的層厚度可能在充電及放電期間改變數微米或更多。

【0024】 圖 1B 之實施例中之薄膜封裝物 110 之層中的至少一者可為有用於適應設備堆疊 105 中之如此體積改變的軟及柔的聚合物層。在特定實施例中，用語「聚合物層」可僅指一個聚合物層或指包括不同聚合物之多個子層的聚合物層堆疊，其中至少一個子層是軟及柔的。軟及柔的聚合物層（被佈置為只有一個層或佈置為子層的層堆疊）的特徵可為相對較低的彈性模數、相對高的斷裂伸長度（*elongation to break*）及相關性質。具有低彈性模數的材料實例包括矽樹脂：~ A40 蕭耳（*Shore*）A 的

硬度， $\sim 0.9 \text{ Kpsi}$ 或 $\sim 6.2 \text{ MPa}$ 的楊氏模數；聚一氯對二甲苯（Parylene-C）： $\sim$ 洛克威爾（Rockwell）R80的硬度， $\sim 400 \text{ Kpsi}$ 或 $\sim 2.8 \text{ GPa}$ 的楊氏模數；KMPPR： $\sim 1015 \text{ Kpsi}$ 或 $\sim 7.0 \text{ GPa}$ 的楊氏模數；聚醯亞胺：D87蕭耳D的硬度， $\sim 2500 \text{ Kpsi}$ 或 $\sim 17.2 \text{ GPa}$ 的楊氏模數。相對較大的斷裂伸長度的實例包括：矽樹脂（100到210%）；聚一氯對二甲苯（200%）；聚醯亞胺（72%）；丙烯酸塑膠（2.0到5.5%）；環氧樹脂（3到6%）。

【0025】更具體而言，如本文中所使用的，「軟及柔」的材料可指例如具有小於 20 GPa 之彈性（楊氏）模數的材料，而「剛性材料」（例如剛性金屬層或剛性介電層）可具有大於 20 GPa 的彈性模數。與軟及柔的材料相關聯的其他特性性質包括相對高的斷裂伸長度，例如對於薄膜封裝物的至少一個聚合物層來說為70%或更大。在某些實例中（例如矽樹脂），軟及柔的材料可具有高達200%或更大的斷裂伸長度。

【0026】作為一實例，層160可為軟及柔的聚合物，而層162可為剛性材料，例如剛性金屬或剛性介電質，例如氮化矽。層162可提供防止氧及水擴散進入設備堆疊105的功能。聚合物層及剛性介電層的順序層可重複通過薄膜封裝物110。換言之，薄膜封裝物110可包括至少一個二元體，其中給定的二元體包括軟及柔的聚合物層，而剛性介電層安置在聚合物層附近。在特定實施例中，層164可

為聚合物層（例如軟及柔的聚合物層），層166可為剛性介電層或剛性金屬層，層168可為軟及柔的聚合物層，而層170可為剛性介電層或剛性金屬層。雖然圖1B的薄膜封裝物110包括四個二元體，在其他實施例中，薄膜封裝物可包括更大數量或更少數量的二元體。

【0027】如圖1B中進一步繪示的，薄膜封裝物110可被佈置為薄膜封裝物，其中聚合物層及剛性介電層或剛性金屬層以非平坦的方式延伸在設備堆疊105上。具體而言，薄膜封裝物110的多個軟及柔的聚合物層及剛性介電層可沿陽極電流收集器108的表面112（參照圖1A）而佈置。這些層可在部分114中定位為與X-Y平面平行（水平地），而這些相同的層在部分116中更加垂直地沿設備堆疊105的側而延伸。

【0028】圖2A-2J繪示各種組裝階段下之薄膜電池的橫截面圖。在此實例中，圖2J處所繪示的最終結構220可表示圖1B之薄膜電池150的一部分。圖2A-2J中所反映之實施例的具體特徵為一種提供將薄膜封裝物與陰極電流收集器及陽極電流收集器之非共面配置的形成整合的方法。圖2A-2J中所示的操作流程具有在以高效的方式利用基板面積的同時提供直截了當的程序流程的優點。

【0029】現在看到圖2A，圖示了一實例，其中一系列的層安置在基板102上。具體而言，陰極電流收集器104、陰極層152A、固態電解質層154A及陽極電流收集器層108A在基板102上方以一定的層順序形成。陰極

電流收集器 104、陰極層 152A、固態電解質層 154A 及陽極電流收集器層 108A 可在各種實施例中以一定順序的敷層沉積 (`blanket deposition`) 來沉積。可執行用於形成薄膜電池之有效設備區域的其他習知操作，例如在沉積陰極之後及在沉積固態電解質之前將基板退火。此外，在某些變體中，可藉由在沉積固態電解質層 154A 之後及在沉積陽極電流收集器層 108A 之前沉積鋰陽極層來形成相異的陽極層 (未圖示) 。

【0030】 在某些實施例中，可使用物理氣相沉積、化學氣相沉積及液體沉積技術的任何組合來沉積個別的層。這些層的層厚度可依據習知薄膜電池的厚度。

【0031】 現在看到圖 2B，圖示了一後續實例，其中圖 2A 中所示的層 (保存了陰極電流收集器 104) 已被佈局為形成設備堆疊 105。在各種實施例中，可藉由佈局陰極層 152A、固態電解質層 154A 及陽極電流收集器層 108A 來形成設備堆疊 105 及在第一區域 202 中暴露陰極電流收集器 104 (形成受暴面 124)，來形成圖 2B 的結構。在某些實施例中，可藉由向設備堆疊 105 的至少一個層施用無遮罩蝕刻程序 (例如雷射蝕刻) 來形成設備堆疊 105。在其他實施例中，可使用如習知程序中的罩遮及蝕刻步驟來佈局設備堆疊 105 之層中的至少一者。可使用無遮罩及有遮罩的佈局程序的任何組合來使設備堆疊 105 的形成發生。在各種實施例中，設備堆疊 105 的厚度的範圍可從 15 微米至 60 微米。實施例不限於此背景下。在各

種實施例中，針對薄膜封裝物的佈局，可藉由使用如下文詳述之其他雷射處理的雷射消蝕來完成設備堆疊105的佈局。簡而言之，可使用雷射消蝕來蝕刻設備堆疊105之給定層的受選部分，其中雷射以給定的時間及重複數量在要蝕刻之層的受選部分上方掃描以達到目標蝕刻深度。蝕刻步驟可從頂層向下繼續進行，該層可為陽極電流收集器108，其中在消蝕程序結束時，雷射強度被降低至就在陰極電流收集器104的消蝕門檻值以下的位準。此降低雷射強度的步驟允許移除被蝕刻之受選部分中之陰極152的剩餘量，同時不蝕刻陰極電流收集器104。

【0032】 在各種實施例中，薄膜封裝物（例如薄膜封裝物110）的形成可能以一系列的操作發生，如圖2C到圖2J中所詳述的。現在看到圖2C，圖示了涉及直接在陽極電流收集器160上以及在陰極電流收集器104的第一區域202上以敷層形式沉積初始聚合物層（圖示為層160）的後續實施例。在特定實施例中，初始聚合物層（層160）可為軟及柔的聚合物。可以層160提供保形塗層的方式執行層160的敷層沉積，使得設備堆疊105的側115亦被塗覆。如此，層160可在某些區域中水平延伸且在其他區域中垂直延伸。

【0033】 在各種實施例中，層160可包括複數個子層，其中不同的子層被佈置為有利於保形性或平坦化的效果。不同子層之材料及沉積方法的選擇可被量身定制為誘發平坦化或保形性。例如，第一子層可為更保形的，以在

給定的拓樸下促進側壁覆蓋性（例如聚對二甲苯）。第二子層可為更為平坦化的，以供進行較佳的下個層的沉積（例如螺旋/浸漬塗層方法）。在層160內使用多個子層以及在薄膜封裝物中使用額外的層（參照如下文所論述的層162）可產生的額外益處，包括改良黏著性及機械性質以及限制薄膜電池之有效區域中的反應。

【0034】現在看到圖2D，圖示了一後續實例，其中在沉積初始聚合物層之後，佈局初始聚合物層（層160）的步驟被執行為在經佈局的設備堆疊上方（換言之是在設備堆疊105上方）形成經佈局的聚合物層。此佈局步驟沿設備堆疊105的側115留下層160，且暴露第二區域204中的陰極電流收集器104，其中第二區域204安置在第一區域202中。在各種實施例中，可藉由有遮罩的佈局程序或藉由無遮罩的佈局程序來執行層160的佈局。在無遮罩或有遮罩的佈局程序中，第二區域204定位在第一區域202內。

【0035】使用無遮罩佈局程序（例如雷射蝕刻）的優點是避免了與涉及平版印刷術及乾蝕刻或濕蝕刻之習知有遮罩佈局程序相關聯的複雜性及成本。如此，消除了平版印刷術及蝕刻、消耗成本、及設備效應的複雜性。此外，基於雷射的佈局步驟允許設備形狀/設計是基於軟體配方的，而不取決於實體遮罩，促進了更快速、彈性及更簡單的設計改變。

【0036】 在各種實施例中，可主要以兩個方式完成雷射佈局：使用採用相對高功率的繞射光學件來在較大的面積上擴張雷射射束。此方法可能特別適用於不具有精細圖樣細節的簡單、容易重複的圖樣。特別有用於佈局依據本實施例之薄膜電池的另一類型的雷射佈局步驟是使用掃描方法來進行直接雷射消蝕。基於掃描器的簡單及先進的電流計可掃描雷射射束以形成更複雜的圖樣，且較少受到特徵尺寸及尺度所限制。為了最小化佈局次數，可與多面鏡結合使用高重複率雷射（ $>1\text{ MHz}$ ）以完成高體積生產速率。

【0037】 皮秒及飛秒的脈衝持續期間已顯示對於薄膜消蝕是有效的。可有效採用使用紫外線（UV）範圍、綠色可見光範圍以及紅外線範圍中的輻射波長（包括範圍從 157 nm 至 1024 nm 的波長），以供透過雷射消蝕本實施例之薄膜電池的層（包括聚合物層、剛性介電層及金屬層）進行佈局。雖然薄膜封裝物材料通常是透明或半透明的，UV或綠色可見光範圍中的可用波長可能是更加適當的。大部分上述的短脈衝雷射為DPSS（二極體泵送的固態）的，同時亦設想在本揭示案的實施例中使用某些基於光纖的雷射。

【0038】 在各種實施例中，層160的材料（例如可撓聚合物材料）及層160的厚度可被佈置為提供益處，例如適應由於在要形成之薄膜電池的充電及放電期間輸送鋰而發生之設備堆疊105中的變形。現在看到圖2E及圖2F，

圖示了後續操作，其中是在形成如由圖 2 D 所列舉之經佈局的初始聚合物層之後執行經佈局的二元體的程序。經佈局二元體程序可涉及在設備堆疊 105 上及在陰極電流收集器 104 上沉積由剛性介電層及聚合物層組成的敷層二元體。經佈局二元體程序可更涉及佈局敷層二元體以在經佈局的設備堆疊上方形成經佈局的薄膜封裝物。

【0039】 在圖 2 E 的特定實例中，經佈局二元體程序的第一部分涉及沉積層 162，其中層 162 可為剛性介電層，及涉及沉積層 164，其中層 164 可為聚合物層，例如軟及柔的聚合物層。層 162 及層 164 可使用物理氣相沉積法、化學氣相沉積法、液體沉積法、其他方法或這些方法的任何組合來沉積為敷層層。

【0040】 現在看到圖 2 F，圖示了後續實例，其中已執行了層 162 及層 164 的佈局。如所繪示的，佈局步驟具有在新的區域（圖示為區域 206）中暴露陰極電流收集器 104 的效果，其中新的區域安置在第二區域 204 中。再次，區域 206 可小於第二區域 204。可藉由有遮罩蝕刻程序或藉由無遮罩蝕刻程序來執行佈局層 162 及層 164 的步驟。在無遮罩或有遮罩的佈局程序中，第二區域 204 定位在第一區域 202 內。依據各種實施例，可僅有一次佈局程序地進行層 162 及層 164 的佈局，其中僅發生一次蝕刻操作，而在有遮罩佈局操作的情況下是僅使用一次遮罩形成程序。或者，層 162 及層 164 的佈局可僅採用一個遮罩，同時執行複數個蝕刻程序，例如執行兩個不同的蝕刻

程序來蝕刻兩個不同的層。此外，層162及層164的佈局可涉及針對一個層使用有遮罩佈局程序而針對另一層使用無遮罩佈局程序。實施例不限於此背景下。

【0041】 依據本揭示案的某些實施例，在執行經佈局二元體程序之後，此程序可重複至少一次以產生複數個經佈局的二元體。現在看到圖2G及圖2H，圖示了後續操作，其中在圖2F的實例之後執行第二經佈局二元體程序。第二經佈局二元體程序涉及依據上文針對圖2E及2F所述的沉積及佈局來沉積及佈局層166及層168。

【0042】 在圖2G的特定實例中，第二經佈局二元體程序的第一部分涉及沉積層166，其中層166可為剛性介電層，及涉及沉積層168，其中層168可為聚合物層，例如軟及柔的聚合物層。層166及層168可被沉積為敷層層，如上文針對圖2E所述。

【0043】 現在看到圖2H，圖示了後續實例，其中已執行了層166及層168的佈局。如所繪示的，佈局步驟具有在新的區域（圖示為區域208）中暴露陰極電流收集器104的效果，其中新的區域安置在第二區域204中。再次，區域208可小於第二區域204。可如上文針對圖2F所述地執行佈局層162及層164的步驟。

【0044】 現在看到圖2I及圖2J，圖示了在圖2H的實例之後所執行的操作，其中可沉積及佈局最終層（例如剛性介電層）。首先看到圖2I，圖示了沉積層170之後的實例，

其中層 170 可為剛性介電層。可藉由物理氣相沉積、化學氣相沉積及液體沉積技術以敷層形式沉積層 170。

【0045】 在各種實施例中，薄膜封裝物（例如薄膜封裝物 110）的形成可能以一系列的操作發生，如圖 2C 到圖 2J 中所詳述的。現在看到圖 2I，圖示了涉及以敷層形式沉積最終剛性介電層（圖示為層 170）的後續實例。

【0046】 現在看到圖 2J，圖示了一後續實例，其中在沉積最終剛性介電層之後執行佈局最終剛性介電層（層 170）的步驟。如所繪示的，佈局步驟具有在新的區域（圖示為區域 210）中暴露陰極電流收集器 104 的效果，其中新的區域安置在第二區域 204 中。再次，區域 210 可小於第二區域 204。

【0047】 雖然未明確圖示於圖 2A - 2J 中，在各別的佈局操作（例如圖 2D、圖 2F、圖 2H 及圖 2J 中所描繪的那些操作）期間，在薄膜電池的其他部分中可佈局薄膜電池。例如，回到圖 1B，可在圖 2D、圖 2F、圖 2H 及圖 2J 的操作期間在區域 122 中執行佈局步驟以形成所示的結構，暴露陽極電流收集器 108 的表面 126。值得注意的是，在各種實施例中，大致圖示於圖 2B - 2J 中的全部佈局操作可使用雷射蝕刻（例如雷射消蝕）來實現。藉由針對所示的操作順序使用雷射消蝕，可以精簡的方式形成薄膜電池，避免與習知的平版印刷及蝕刻程序相關聯的成本及處理複雜性。

【0048】 此外，且依據本揭示案的實施例，接觸金屬可沉積於區域210上以形成陰極接點，以及沉積在如圖1B中所示的區域122中。

【0049】 現在看到圖3，圖示了依據本揭示案之實施例的示例性程序流程300。於方塊302處，陰極電流收集器沉積於第一平面上的基板上。於方塊304處，設備堆疊形成於陰極電流收集器上，其中設備堆疊包括安置在第一平面上方之第二平面上的陽極電流收集器。在各種實施例中，可藉由沉積一系列的層及佈局該等層以形成經佈局的設備堆疊，來形成該設備堆疊。經佈局的設備堆疊可產生陰極電流收集器的受暴區域，舉例而言。於方塊306處，薄膜封裝物形成於設備堆疊上方。在某些實施例中，可以覆蓋經佈局設備堆疊及受暴區域(例如陰極電流收集器及陽極電流收集器的區域)的一系列數層沉積來形成薄膜封裝物。薄膜封裝物可經佈局以便形成陰極電流收集器及陽極電流收集器上方的區域。在特定實施例中，薄膜封裝物可被佈局為形成薄膜封裝物，其中薄膜封裝物包括沿陽極電流收集器的表面延伸的第一部分及沿設備堆疊的側延伸的第二部分。同時，在薄膜封裝物的第二部分下方及薄膜封裝物外面，陰極電流收集器可延伸在設備堆疊下方，且陽極電流收集器可延伸在薄膜封裝物的第一部分下方及薄膜封裝物外面。

【0050】 本實施例提供了多個優點，包括在最大化可用基板面積的同時保護薄膜電池之設備堆疊的能力，及包括

以適應薄膜電池之操作期間之體積上的改變的方式來封裝設備堆疊的能力的額外優點。

【0051】 本揭示案在範圍上不受本文中所述的特定實施例所限。確實，除了本文中所述的那些實施例及更改以外，本領域中具通常技藝者將藉由上述說明及隨附繪圖理解本揭示案的其他各種實施例及對於本揭示案的更改。因此，此類其他實施例及更改是要落在本揭示案的範圍內的。並且，已在針對特定目的之特定環境中的特定實施方式的背景下描述本揭示案，但本領域中具通常技藝者將辨識到效用是不限於此的，且可針對任何數量的目的在任何數量的環境中有益地實施本揭示案。因此，要鑒於如本文中所述之本揭示案的完整範圍及精神來建構下文所闡述的請求項。

【符號說明】

【0052】

100 薄膜電池

102 基板

104 陰極電流收集器

105 設備堆疊

106 習知薄膜電池中的額外元件組成的部分

108 陽極電流收集器

108A 陽極電流收集器層

110 薄膜封裝物

112 表面

1 1 4 部 分

1 1 5 側

1 1 6 部 分

1 2 0 區 域

1 2 2 區 域

1 2 4 受 暴 面

1 2 6 表 面

1 5 0 薄 膜 電 池

1 5 2 陰 極

1 5 2 A 陰 極 層

1 5 4 固 態 電 解 質

1 5 4 A 固 態 電 解 質 層

1 6 0 層

1 6 2 層

1 6 4 層

1 6 6 層

1 6 8 層

1 7 0 層

2 0 2 第 一 區 域

2 0 4 第 二 區 域

2 0 6 區 域

2 0 8 區 域

2 1 0 區 域

2 2 0 最 終 結 構

3 0 0 程 序 流 程

3 0 2 方 塊

3 0 4 方 塊

3 0 6 方 塊

【生物材料寄存】

【 0 0 5 3 】 國內寄存資訊 (請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

【 0 0 5 4 】 國外寄存資訊 (請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)

無

【序列表】(請換頁單獨記載)

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種薄膜電池，包括：

一陰極電流收集器，該陰極電流收集器安置在一第一平面上；

一設備堆疊，安置在該陰極電流收集器上，該設備堆疊包括一陽極電流收集器，該陽極電流收集器安置在該第一平面上方的一第二平面上；及

一薄膜封裝物，該薄膜封裝物安置在該設備堆疊上方，

其中該薄膜封裝物包括沿該陽極電流收集器的一表面延伸的一第一部分及沿該設備堆疊的複數個側延伸的一第二部分，

其中該陰極電流收集器延伸於該薄膜封裝物的該第二部分下方及該薄膜封裝物外面，及

其中該陽極電流收集器延伸於該薄膜封裝物的該第一部分下方及該薄膜封裝物外面。

【第2項】 如請求項1所述之薄膜電池，其中該薄膜封裝物包括至少一個二元體，其中該至少一個二元體的一二元體包括；

一軟及柔的聚合物層；及

一剛性介電層或一剛性金屬層，該軟及柔的聚合物層安置在該剛性介電層或剛性金屬層附近。

【第3項】 如請求項1所述之薄膜電池，其中該設備堆疊更包括：

一陰極，該陰極安置在該陰極電流收集器上；及

一固態電解質，該固態電解質安置在該陰極上及該陽極電流收集器下方。

【第4項】 如請求項3所述之薄膜電池，其中該薄膜封裝物封裝該設備堆疊的一側上的該陰極、該固態電解質及該陽極電流收集器。

【第5項】 如請求項4所述之薄膜電池，其中該薄膜封裝物包括一聚合物層及一剛性介電層，該剛性介電層安置在該聚合物層附近，其中該聚合物層及該剛性介電層沿該陽極電流收集器的該表面及沿該設備堆疊的該側以一非平面方式延伸。

【第6項】 如請求項2所述之薄膜電池，其中該薄膜封裝物包括複數個二元體，其中該薄膜封裝物更包括一第三區域，其中在該第三區域中，在該複數個二元體的至少一個二元體中，該軟及柔的聚合物層及該剛性介電層以一非平面方式延伸在該陽極電流收集器的該表面上方。

【第7項】 如請求項1所述之薄膜電池，更包括一基板基底，該基板基底安置在該陰極電流收集器附近。

【第8項】 一種形成一薄膜電池的方法，包括以下步驟：

一第一平面上的一基板上沉積一陰極電流收集器；

在該陰極電流收集器上形成一設備堆疊，該設備堆疊包括一陽極電流收集器，該陽極電流收集器安置在該第一平面上方的一第二平面上；及

在該設備堆疊上方形成一薄膜封裝物，

其中該薄膜封裝物包括沿該陽極電流收集器的一表面延伸的一第一部分及沿該設備堆疊的一側延伸的一第二部分，

其中該陰極電流收集器延伸於該設備堆疊下方、該薄膜封裝物的該第二部分下方及該薄膜封裝物外面，及

其中該陽極電流收集器延伸於該薄膜封裝物的該第一部分下方及該薄膜封裝物外面。

【第9項】 如請求項8所述之方法，其中形成該設備堆疊的該步驟包括：

在該陰極電流收集器上沉積一陰極層；

在沉積該陰極層的該步驟之後將該基板退火；

在該陰極層上沉積一固態電解質層；

在該固態電解質層上沉積該陽極電流收集器；及

在形成該薄膜封裝物的該步驟之前，佈局該陰極層、該固態電解質層及該陽極電流收集器，以形成該設備堆疊及暴露一第一區域中的該陰極電流收集器。

【第10項】 如請求項9所述之方法，其中形成該薄膜封裝物的該步驟包括在該陽極電流收集器上形成複數個經佈局的二元體，其中該複數個經佈局二元體的一給定的經佈局二元體包括一軟及柔的聚合物層及一剛性介電層。

【第11項】 如請求項9所述之方法，其中形成該薄膜封裝物的該步驟包括：

沉積複數個層，其中至少一個層包括一軟及柔的聚合物，且至少一個層包括一剛性介電層；及

使用複數個蝕刻操作來蝕刻該複數個層。

【第12項】 如請求項9所述之方法，其中形成該薄膜封裝物的該步驟包括：直接在該陽極電流收集器上及該陰極電流收集器的該第一區域上以敷層形式沉積一初始聚合物層，其中該初始聚合物層包括一軟及柔的聚合物。

【第13項】 如請求項12所述之方法，更包括以下步驟：在沉積該初始聚合物層的該步驟之後：

佈局該初始聚合物層，以在該設備堆疊上方形成一經佈局的聚合物層及暴露一第二區域中的該陰極電流收集器，該第二區域安置在該第一區域中。

【第14項】 一種封裝一薄膜電池的方法，包括以下步驟：

在一基板基底上提供一有效設備區域，其中該有效設備區域包括一陰極電流收集器及一設備堆疊，該設備堆疊安置在該陰極電流收集器的一部分上且包括一陽極電流收集器；及

在該設備堆疊上方形成一薄膜封裝物，

其中該薄膜封裝物包括沿該陽極電流收集器的一表面延伸的一第一部分及沿該設備堆疊的一側延伸的一第二部分，

其中該陰極電流收集器延伸於該設備堆疊下方、該薄膜封裝物的該第二部分下方及該薄膜封裝物外面，及

其中該陽極電流收集器延伸於該薄膜封裝物的該第一部分下方及該薄膜封裝物外面。

【第15項】 如請求項14所述之方法，其中該有效設備區域更包括一陰極及一固態電解質，其中提供該有效設備區域的該步驟包括：

以敷層形式沉積該陰極電流收集器、該陰極、該固態電解質及該陽極電流收集器；及

佈局該陽極電流收集器、該固態電解質及該陰極，其中該陰極電流收集器的一部分被暴露。

【發明圖式】

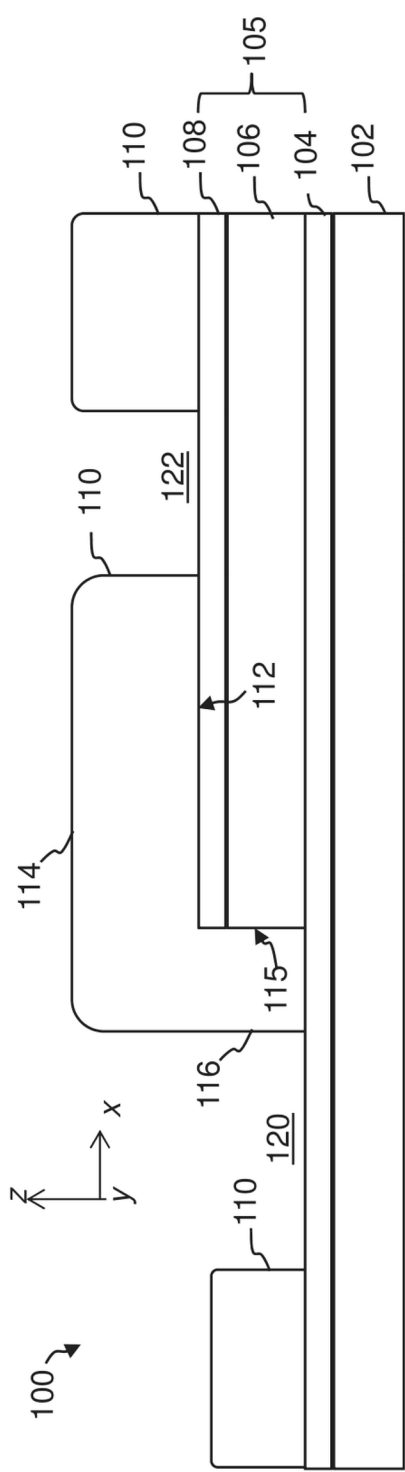


圖1A

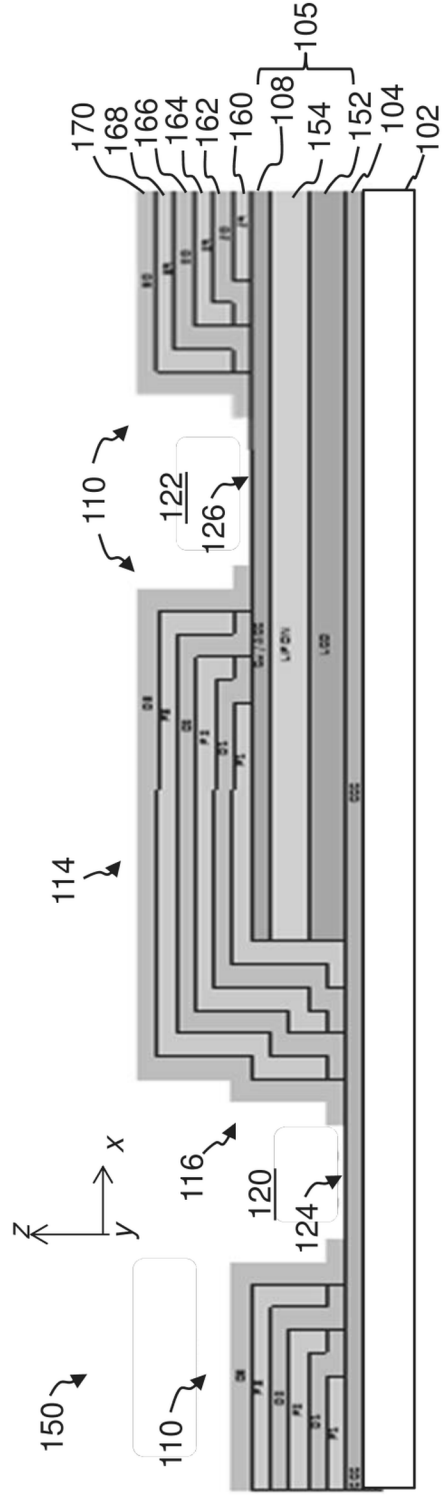


圖1B

圖2A

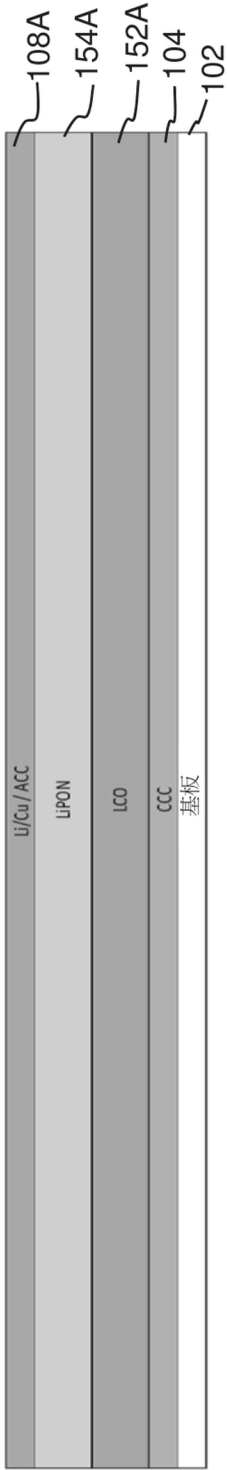


圖2B

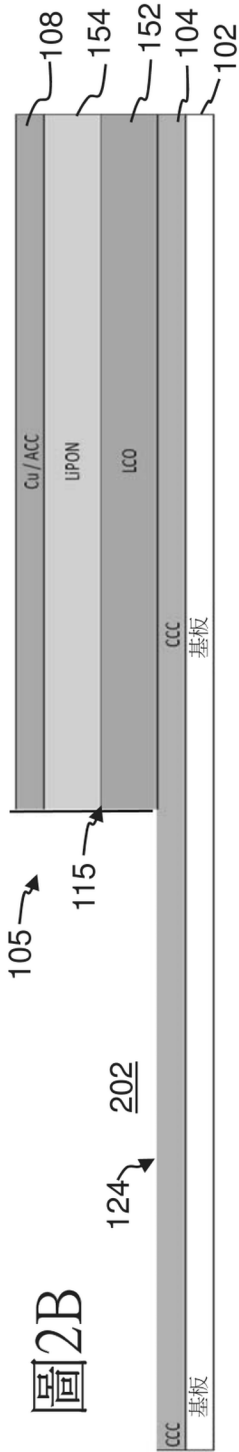


圖2C

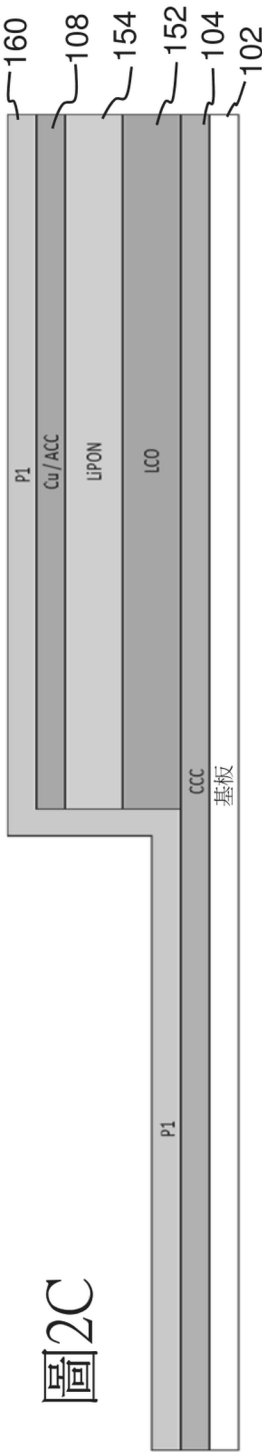




圖2G

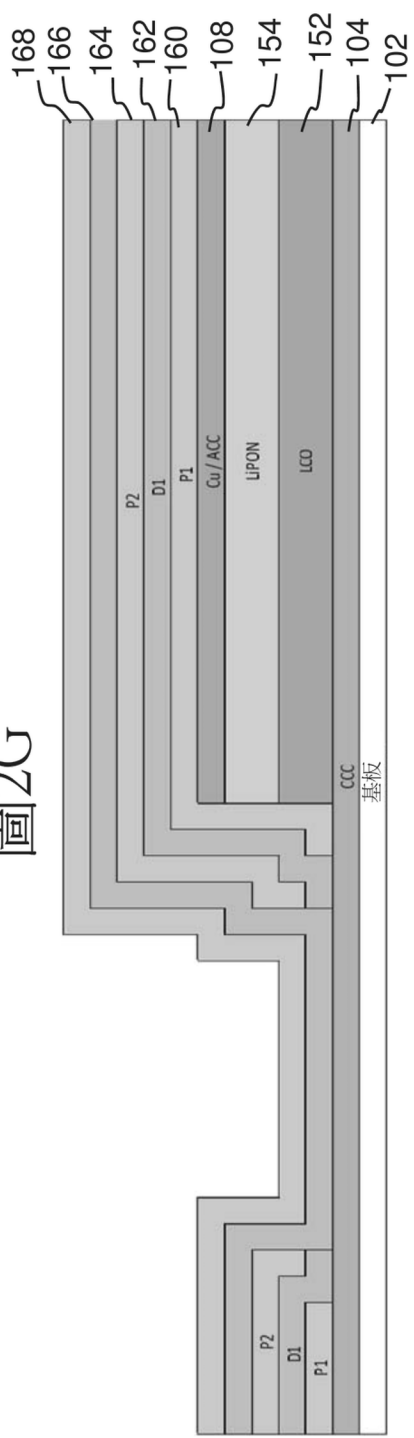
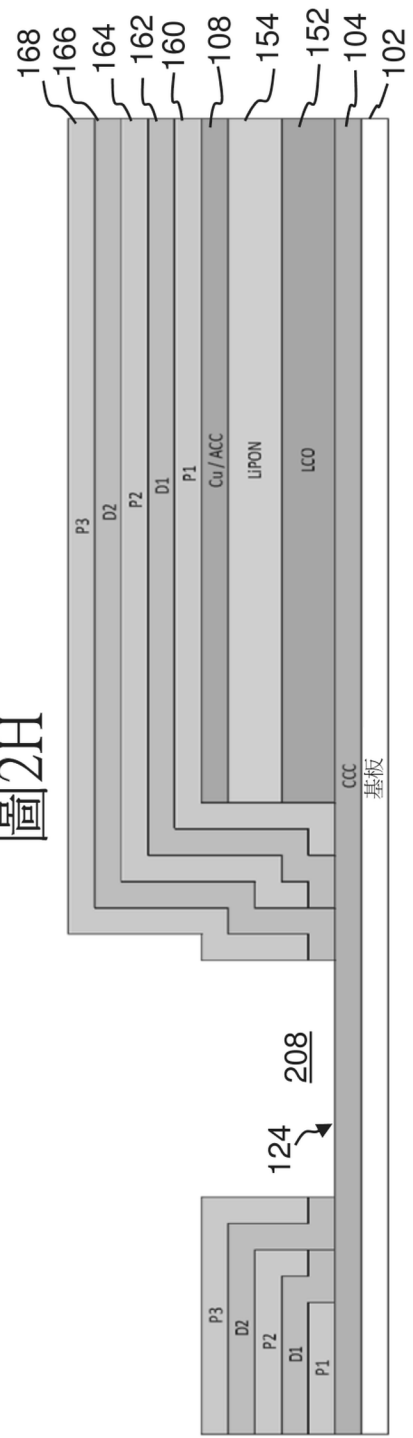
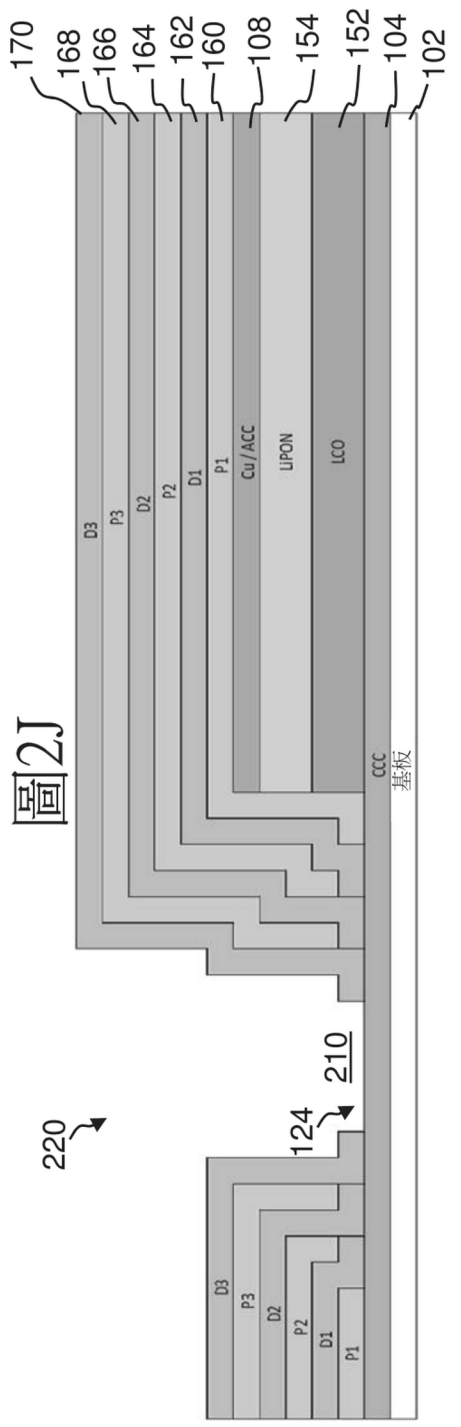
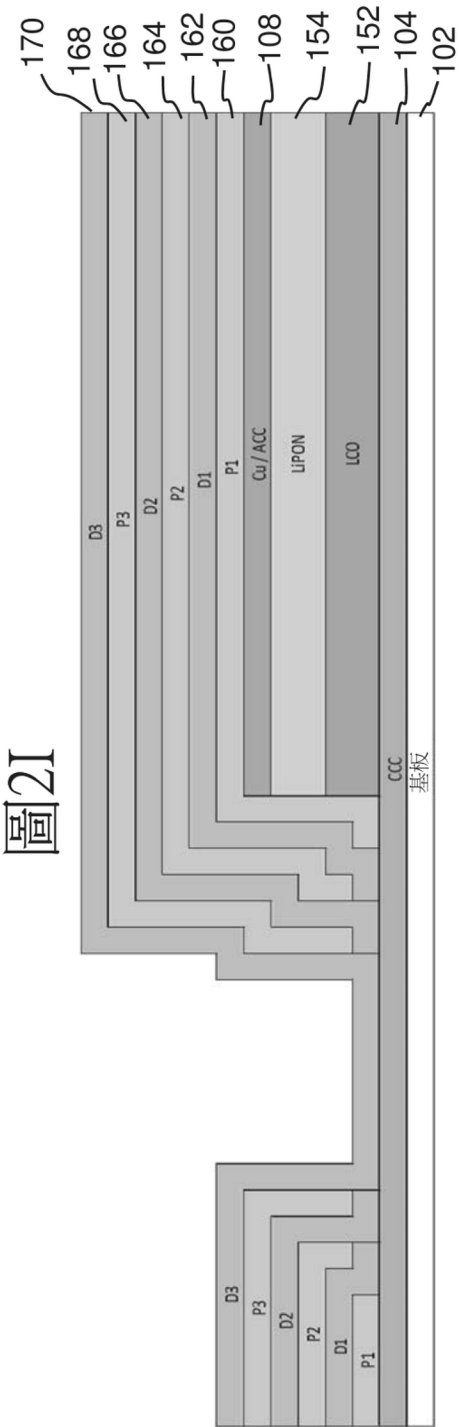
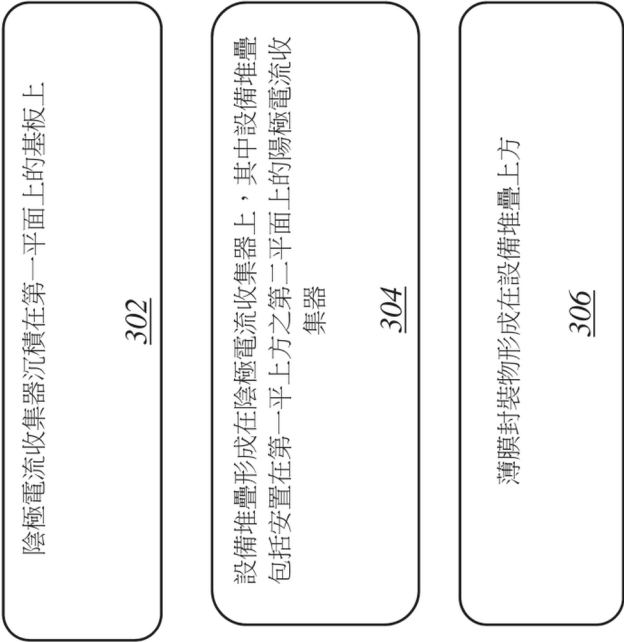


圖2H







300

圖3