202425391

(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 202425391 A

(43)公開日： 中華民國 113 (2024) 年 06 月 16 日

(21)申請案號：112136540 (22)申請日： 中華民國 112 (2023) 年 09 月 25 日

(51)Int. Cl.： *H01M10/0525(2010.01)*

(30)優先權：2022/09/26 美國 63/409,931

(71)申請人：俄亥俄州創新基金會 (美國) OHIO STATE INNOVATION FOUNDATION (US)
美國
美商索特利亞電池創新集團公司 (美國) SOTERIA BATTERY INNOVATION GROUP, INC. (US)
美國

(72)發明人：寇爾文 納撒尼爾 COLVIN, NATHANIEL (US)；貝納塔爾 亞伯拉罕 BENATAR, AVRAHAM (US)；胡 春暉 HU, CARL (US)；佩雷拉 珠兒 PEREIRA, DREW (US)；摩林 布萊恩 MORIN, BRIAN (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：82 項 圖式數：41 共 162 頁

(54)名稱

接合方法及使用此方法製造的裝置

(57)摘要

本文揭示連接方法(例如，形成經連接材料之方法)及包括藉由該等方法連接之材料之裝置。例如，所揭示之主題係關於將一或多個金屬化聚合物集電器連接在一起及/或連接至耳片之方法。例如，該等方法可包括：將一或多個金屬化聚合物集電器置於耳片附近，使得該(等)金屬化聚合物集電器之至少一部分在重疊區域中與該耳片之至少一部分重疊；將傳導材料置於該重疊區域附近；誘導該傳導材料之流動，使得該傳導材料至少在該(等)金屬化聚合物集電器之該部分與該耳片之該部分之間流動；以及隨後，使該傳導材料凝固，由此形成將該(等)金屬化聚合物集電器連接至該耳片之接頭。

Disclosed herein are joining methods (e.g., methods of forming a joined material) and devices comprising materials joined by said methods. For example, the disclosed subject matter related to methods of joining one or more metallized polymer current collectors together and/or to a tab. For example, the methods can comprise: placing one or more metallized polymer current collector proximate a tab, such that at least a portion of the metallized polymer current collector(s) overlaps with at least a portion of the tab in an overlap region; placing a conductive material proximate the overlap region; inducing flow of the conductive material such that the conductive material flows at least between the portion of the metallized polymer current collector(s) and the portion of the tab; and subsequently solidifying the conductive material, thereby forming a joint that joins the metallized polymer current collector(s) to the tab.

指定代表圖：

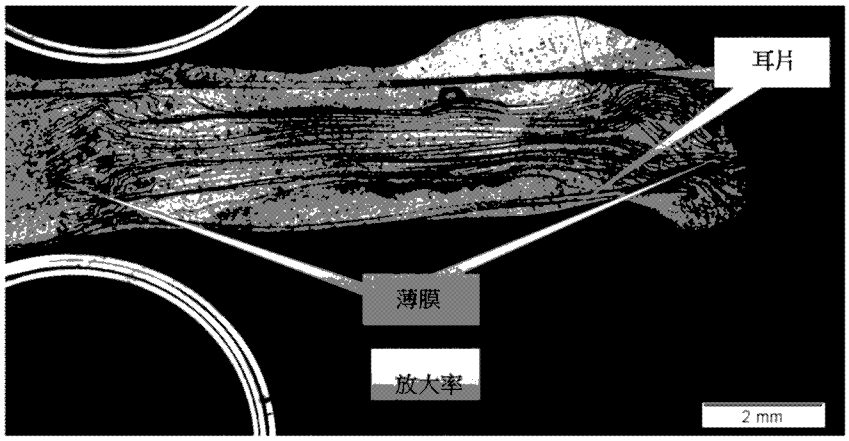


圖 30

20242[illegible]
20242[illegible]
專利案號：112136540

【發明摘要】

【中文發明名稱】接合方法及使用此方法製造的裝置

【英文發明名稱】JOINING METHODS AND DEVICES MADE USING SAID METHODS

【中文】

本文揭示連接方法(例如，形成經連接材料之方法)及包括藉由該等方法連接之材料之裝置。例如，所揭示之主題係關於將一或多個金屬化聚合物集電器連接在一起及/或連接至耳片之方法。例如，該等方法可包括：將一或多個金屬化聚合物集電器置於耳片附近，使得該(等)金屬化聚合物集電器之至少一部分在重疊區域中與該耳片之至少一部分重疊；將傳導材料置於該重疊區域附近；誘導該傳導材料之流動，使得該傳導材料至少在該(等)金屬化聚合物集電器之該部分與該耳片之該部分之間流動；以及隨後，使該傳導材料凝固，由此形成將該(等)金屬化聚合物集電器連接至該耳片之接頭。

【英文】

Disclosed herein are joining methods (e.g., methods of forming a joined material) and devices comprising materials joined by said methods. For example, the disclosed subject matter related to methods of joining one or more metallized polymer current collectors together and/or to a tab. For example, the methods can comprise: placing one or more metallized polymer current collector proximate a tab, such that at least a portion of the metallized polymer current collector(s) overlaps with at least a portion of the tab in an overlap region; placing a conductive material proximate the overlap

region; inducing flow of the conductive material such that the conductive material flows at least between the portion of the metallized polymer current collector(s) and the portion of the tab; and subsequently solidifying the conductive material, thereby forming a joint that joins the metallized polymer current collector(s) to the tab.

【指定代表圖】第（ 30 ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

無

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】接合方法及使用此方法製造的裝置

【英文發明名稱】JOINING METHODS AND DEVICES MADE USING SAID METHODS

【技術領域】

【0001】 本申請案一般係關於連接方法(例如，形成經連接材料之方法)及包括藉由該等方法連接之材料的裝置。

【先前技術】

【0002】 鋰離子電池由於其相對於其他電池單元/化學品之眾多優勢而在電池市場中佔據主導地位。相反，Li離子電池之缺點包括可能發生熱失控事件及電池起火。

【0003】 鋰離子電池之熱失控可導致起火及劇烈爆炸，可具有多種不同原因及特徵。電池應包括安全措施，以防止熱失控及/或內部短路。

【0004】 一種防止熱失控及電氣隔離內部短路之此類措施係使用金屬化聚合物集電器(MPCC)。然而，由於其材料特徵(例如，組成及/或厚度)，難以將此類金屬化聚合物集電器連接在一起及/或連接至電池耳片，使得接頭具有充足的電氣及/或機械特性。為了滿足機械及電氣性能指標，需要新的連接方法。本文所論述之方法及裝置解決了此等及其他需求。

【發明內容】

【0005】 根據本文所體現及廣泛描述之所揭示之裝置、方法及系統的目的，所揭示之主題係關於連接方法(例如，形

成經連接材料之方法)及包括藉由該等方法連接之材料的裝置。例如，所揭示之主題係關於將一或多個金屬化聚合物集電器連接在一起及/或連接至耳片之方法。

【0006】 例如，本文揭示連接方法(例如，形成經連接材料之方法)，該等方法包括：將一或多個金屬化聚合物集電器置於耳片附近，使得該一或多個金屬化聚合物集電器之至少一部分在重疊區域中與該耳片之至少一部分重疊；將傳導材料置於該重疊區域附近；誘導該傳導材料之流動，使得該傳導材料至少在該重疊區域中在該一或多個金屬化聚合物集電器之該部分與該耳片之該部分之間流動；以及在誘導流動之後，使該傳導材料凝固，由此形成將該一或多個金屬化聚合物集電器連接至該耳片之接頭。該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者獨立地包括：聚合物層，其具有第一表面及與第一表面相對且間隔開之第二表面；安置於該聚合物層之第一表面上的第一金屬層；及安置於該聚合物層之第二表面上的第二金屬層；使得該聚合物層夾在第一金屬層與第二金屬層之間且與第一金屬層及第二金屬層物理接觸。

【0007】 在一些實例中，誘導該傳導材料之流動包括施加超音波、施加熱能或其組合。在一些實例中，誘導流動包括施加超音波。

【0008】 在一些實例中，該方法進一步包括：將該一或多個聚合物集電器之至少一部分、該耳片之至少一部分以及該傳導材料之至少一部分定位於超音波變幅桿與砧座之

間；隨後經由該超音波變幅桿施加超音波持續一段時間，由此誘導該傳導材料之流動；及在該段時間後，停止施加超音波。在一些實例中，超音波變幅桿包括滾花變幅桿。

【0009】 在一些實例中，施加超音波持續0.1秒至10秒之一段時間。在一些實例中，以1μm至50μm之振幅施加超音波。

【0010】 在一些實例中，該方法進一步包括在超音波施加期間向該一或多個金屬化聚合物集電器之至少一部分施加壓力，其中該壓力為0.1 psi至100 psi。

【0011】 在一些實例中，誘導流動進一步包括在超音波施加之前及/或同時施加熱能，以便誘導該傳導材料之流動。

【0012】 在一些實例中，該方法進一步包括停止超音波、移除熱能或其組合，由此使該傳導材料凝固。

【0013】 在一些實例中，該方法進一步包括形成具有複數個包括該一或多個金屬化聚合物集電器之層的堆疊，該堆疊自頂部表面延伸至底部表面，使得：將該一或多個金屬化聚合物集電器置於該耳片上包括將該堆疊置於該耳片上，誘導該傳導材料之流動進一步導致該傳導材料至少部分地在該複數個層中之每一者之間流動，且藉由該方法形成之接頭進一步將該堆疊之該複數個層連接在一起。在一些實例中，形成該堆疊包括堆疊及/或折疊該一或多個金屬化聚合物集電器。

【0014】 在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器包括複數個金屬化聚合物集電器，且形成該堆疊包括將該

複數個金屬化聚合物集電器自第一金屬化聚合物集電器至最後一個金屬化聚合物集電器堆疊在彼此上方，使得：前一金屬化聚合物集電器之第二金屬層經安置於後一金屬化聚合物集電器之第一金屬層之上且鄰近該第一金屬層；該第一金屬化聚合物集電器之第一金屬層為該堆疊之頂部表面；且最後一個金屬化聚合物集電器之第二金屬層為該堆疊之底部表面。

【0015】 在一些實例中，該堆疊內之前一層及後一層之至少一部分之間存在間隙。

【0016】 在一些實例中，前一層之至少一部分經安置於該堆疊內之後一層上且與該後一層物理接觸。

【0017】 在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之一或多者的至少一部分進一步包括紋理(例如，使得該部分不平坦)。在一些實例中，該方法進一步包括對該一或多個金屬化聚合物集電器中之一或多者的至少一部分進行紋理處理。

【0018】 在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之一或多者進一步包括延伸穿過該金屬化聚合物集電器之穿孔(例如，一或多個穿孔)。在一些實例中，該堆疊進一步包括延伸穿過該堆疊、頂部表面及底部表面之穿孔(例如，一或多個穿孔)。在一些實例中，該方法進一步包括產生該穿孔。在一些實例中，產生該穿孔包括使用衝壓工具、雷射、超音波熔接、化學蝕刻或其組合。在一些實例中，

誘導該傳導材料之流動進一步導致該傳導材料至少部分地流動通過該穿孔。

【0019】 在一些實例中，金屬化聚合物集電器之總數為1至1000。在一些實例中，金屬化聚合物集電器之總數為3個或更多、8個或更多、16個或更多、32個或更多或64個或更多。

【0020】 在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者獨立地具有1微米至50微米之平均厚度。

【0021】 在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的聚合物層獨立地具有1微米至50微米之平均厚度。在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的聚合物層獨立地包含聚丙烯、聚乙烯、聚對苯二甲酸乙二酯(PET)、聚萘二甲酸乙二酯(PEN)、聚乙烯醇(PVA)、聚芳醯胺(例如，Kevlar、Nomex)、聚醯胺(例如耐綸)、聚醯亞胺(例如Kapton)、其衍生物或其組合。

【0022】 在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第一金屬層獨立地具有10奈米至5微米之平均厚度。在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第一金屬層獨立地包含Al、Cu、Zn、Sn、Si、Pb、Ti、Li或其組合。

【0023】 在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第二金屬層獨立地具有10奈米至5微米之平均厚度。在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器

中之每一者的第二金屬層獨立地包含Al、Cu、Zn、Sn、Si、Pb、Ti、Li或其組合。

【0024】 在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第一金屬層及第二金屬層獨立地為實質上相同的。

【0025】 在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者為實質上相同的。

【0026】 在一些實例中，該傳導材料包含焊接材料。在一些實例中，該方法包括超音波輔助焊接。在一些實例中，該方法包括無焊劑超音波輔助焊接。

【0027】 在一些實例中，該傳導材料包含導電黏合劑。在一些實例中，將該傳導材料置於重疊區域附近包括用該導電黏合劑塗佈該一或多個金屬化聚合物集電器之至少一部分、該耳片之至少一部分或其組合。在一些實例中，該導電黏合劑包含黏合劑及複數個導電粒子。在一些實例中，該導電黏合劑包含導電聚合物。

【0028】 在一些實例中，接頭及/或經連接材料相對於藉由不同方法製造之接頭及/或經連接材料具有改良之機械及/或電氣特性。在一些實例中，接頭具有1牛頓(N)至100 N之平均機械拉力強度、0.1 N至20 N之平均機械剝離強度或其組合。在一些實例中，接頭及/或經連接材料支持1毫安(mA)或更大之電流持續1秒或更長之一段時間。在一些實例中，接頭及/或經連接材料具有1歐姆或更小之電阻。

【0029】 本文亦揭示包括藉由本文所揭示之任何方法製造之接頭及/或經連接材料的裝置。在一些實例中，該裝置包括能量儲存裝置、電子裝置或其組合。在一些實例中，該裝置包括電池、電容器或超級電容器。在一些實例中，該裝置包括鋰離子電池。

【0030】 本文亦揭示藉由本文所揭示之任何方法製造之經連接材料。

【0031】 本文亦揭示經連接材料，其包括：一或多個金屬化聚合物集電器、耳片及傳導材料；其中該一或多個金屬化聚合物集電器經由接頭連接至該耳片；其中該接頭包含傳導材料；其中該接頭之至少一部分夾在該耳片與該一或多個金屬化集電器之間。在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者獨立地包括：聚合物層，其具有第一表面及與第一表面相對且間隔開之第二表面；安置於該聚合物層之第一表面上的第一金屬層；及安置於該聚合物層之第二表面上的第二金屬層；使得該聚合物層夾在第一金屬層與第二金屬層之間且與第一金屬層及第二金屬層物理接觸。

【0032】 在一些實例中，該傳導材料與該耳片及/或該一或多個金屬化集電器並非相同材料。

【0033】 在一些實例中，該一或多個金屬化集電器包括具有複數個層之堆疊，該堆疊自頂部表面延伸至底部表面，且其中該傳導材料進一步安置於該複數個層中之每一者的至少一部分之間，使得該複數個層連接在一起。在一些實

例中，該堆疊內之前一層及後一層之至少一部分之間存在間隙。在一些實例中，前一層之至少一部分經安置於該堆疊內之後一層上且與該後一層物理接觸。

【0034】 在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之一或多者的至少一部分進一步包括紋理(例如，使得該部分不平坦)。

【0035】 在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之一或多者進一步包括延伸穿過該金屬化聚合物集電器之穿孔(例如，一或多個穿孔)。在一些實例中，該堆疊進一步包括延伸穿過該堆疊、頂部表面及底部表面之穿孔(例如，一或多個穿孔)。在一些實例中，該穿孔至少部分地填充有該傳導材料。

【0036】 在一些實例中，金屬化聚合物集電器之總數為1至1000。在一些實例中，金屬化聚合物集電器之總數為3個或更多、8個或更多、16個或更多、32個或更多或64個或更多。

【0037】 在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者獨立地具有1微米至50微米之平均厚度。

【0038】 在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的聚合物層獨立地具有1微米至50微米之平均厚度。在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的聚合物層獨立地包含聚丙烯、聚乙烯、聚對苯二甲酸乙二酯(PET)、聚萘二甲酸乙二酯(PEN)、聚乙烯

醇(PVA)、聚芳醯胺(例如，Kevlar、Nomex)、聚醯胺(例如耐綸)、聚醯亞胺(例如Kapton)、其衍生物或其組合。

【0039】 在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第一金屬層獨立地具有10奈米至5微米之平均厚度。在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第一金屬層獨立地包含Al、Cu、Zn、Sn、Si、Pb、Ti、Li或其組合。

【0040】 在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第二金屬層獨立地具有10奈米至5微米之平均厚度。在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第二金屬層獨立地包含Al、Cu、Zn、Sn、Si、Pb、Ti、Li或其組合。

【0041】 在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第一金屬層及第二金屬層獨立地為實質上相同的。

【0042】 在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者為實質上相同的。

【0043】 在一些實例中，該傳導材料包含焊接材料。

【0044】 在一些實例中，該傳導材料包含導電黏合劑。在一些實例中，該導電黏合劑包含黏合劑及複數個導電粒子。在一些實例中，該導電黏合劑包含導電聚合物。

【0045】 在一些實例中，接頭及/或經連接材料具有改良之機械及/或電氣特性。在一些實例中，接頭具有1牛頓(N)至100 N之平均機械拉力強度、0.1 N至20 N之平均機械

剝離強度或其組合。在一些實例中，接頭及/或經連接材料支持1毫安(mA)或更大之電流持續1秒或更長之一段時間。在一些實例中，接頭及/或經連接材料具有1歐姆或更小之電阻。

【0046】 本文亦揭示製造本文所揭示之任何經連接材料之方法，例如使用本文所揭示之任何方法。

【0047】 本文亦揭示包括本文所揭示之任何經連接材料之裝置。在一些實例中，該裝置包括能量儲存裝置、電子裝置或其組合。在一些實例中，該裝置包括電池、電容器或超級電容器。在一些實例中，該裝置包括鋰離子電池。

【0048】 所揭示之裝置、系統及方法的額外優勢將部分地陳述於後續描述中，且部分地將由該描述顯而易知。所揭示之裝置、系統及方法的優勢將藉助於隨附申請專利範圍中特別指出之要素及組合來實現及獲得。應理解，前述一般描述及以下詳細描述均僅為例示性及解釋性的，且並非限制所主張之所揭示之裝置、系統及方法。

【0049】 本發明之一或多個實施例的詳情陳述於附圖及以下描述中。本發明之其他特徵、目標及優勢將自該描述及附圖且自申請專利範圍顯而易見。

【圖式簡單說明】

【0050】 附圖併入本說明書中且構成本說明書之一部分，繪示了本揭示案之數個態樣，且與該描述一起用於解釋本揭示案之原理。

圖1。Li離子電池(LIB)之內部短路的濫用條件(X. Feng等人，「Energy Storage Materials, 第10卷，第246-267頁，2018)。

圖2。標準集電器對具有熱失控防止機制之金屬化聚合物集電器(MPCC)之釘子穿透及內部短路(ISC)(M. Pham等人，Cell Reports Physical Science, 第2卷，第3期，2021, 100360)。

圖3。圓柱形電池之示意圖(K.W. Beard及T.B. Reddy，「Linden's Handbook of Batteries：第5版。」McGraw-Hill Education, 2019)。

圖4。使用銅「橋接」箔將銅金屬化聚合物集電器連接至鎳片，改編自Y. Ye等人，Nature Energy, 第5卷，第786-793頁，2020。

圖5。單片及多片電池設計中之電流(X.-Y. Yao等人，IEEE Access, 第7卷，第24,082-24,095頁，2019)。

圖6。金屬化薄膜電容器之橫截面(S.S. Park等人，「Characterization of Metal Contact Layer Prepared by Arc Spray Method and Their Effects in Metallized Film Capacitor.」Proceedings of the 5th International Conference on Properties and Applications of Dielectric Materials, 1997)。

圖7。金屬化薄膜集電器/耳片。

圖8。焊縫凹陷之橫截面影像。

圖9。焊縫凹陷之橫截面影像。

圖10。焊料應用後用滾花工具刺穿之薄膜之頂部視圖。

圖11。超音波輔助焊接/滾花工具刺穿堆疊之顯微影像。

圖12。用滾花工具刺穿之薄膜之耳片側的照片。

圖13。樣品之成像，顯示在距焊接接頭約6 mm處發現焊料。

圖14。對用焊鐵穿孔之32薄膜堆疊製備之樣品進行的逐層電阻量測。

圖15。在焊接接頭之界面處失效的耳片-薄膜接頭。

圖16。焊接盤/衝孔機接頭之光學宏觀影像。

圖17。焊接盤/衝孔機接頭之光學顯微影像。

圖18。焊接盤/衝孔機接頭之光學顯微影像。

圖19。焊接盤/衝孔機接頭之光學顯微影像及分析。

圖20。使用打孔工具形成之3個樣品的歐姆計電阻逐層(32個薄膜)讀數。

圖21。夾具之影像。

圖22。夾具之示意圖。

圖23。使用夾具製備之樣品的影像。

圖24。用於超音波鉚接過程之變幅桿附件。

圖25。顯示將變幅桿附件與焊料對齊之困難的影像。

圖26。混合接頭之顯微照片。

圖27。藉由將具有8層薄膜之耳片浸入焊料中(無超音波)來進行測試。

圖28。圖27所示之測試結果顯示，未因焊接溫度高而導致潤濕以及薄膜退化。

圖29。使用20 kHz Branson DSX電源定製超音波焊接槽。

圖30。在浸入超音波焊接槽中之後兩個耳片之間的32個金屬化聚合物集電器之橫截面。

圖31。七個超音波金屬焊縫之逐層電阻量測。

圖32。9個混合接頭之逐層電阻量測。

圖33。該等逐層量測之復合結果。

圖34。三個接頭之逐層拉力強度結果。

圖35。一個接頭之逐層剝離強度。

圖36。在80%及100%振幅下之全堆疊拉力測試結果。

圖37。在80%及100%振幅下之全堆疊剝離測試結果。

圖38。逐層剝離測試之結果。

圖39。逐層剝離測試之結果。

圖40。逐層拉力測試之結果。

圖41。逐層剝離測試之結果。

【實施方式】

相關申請案之交叉引用

【0051】 本申請案主張2022年9月26日申請之美國臨時申請案第63/409,931號的優先權權益，該案由此以引用之方式整體併入本文中。

政府支持聲明

【0052】 本發明係根據由美國國家科學基金會(National Science Foundation)授予之合同號1539992在政府支持下完成的。美國政府對本發明享有某些權利。

【0053】 藉由參考所揭示之主題的特定態樣及其中所包括之實例的以下詳細描述，可更容易地理解本文所述之裝置、方法及系統。

【0054】 在揭示且描述本發明裝置、方法及系統之前，應理解下文所描述之態樣不限於特定合成方法或特定試劑，因而當然可有所變化。亦應理解，本文所用之術語僅用於描述特定態樣之目的，且不意欲具有限制性。

【0055】 又，在本說明書通篇中，參考了各種出版物。此等出版物之揭示內容由此以引用之方式整體併入本申請案中，以便更充分地描述所揭示之主體所屬的先前技術。所揭示之參考文獻亦個別地且特定地以引用之方式併入本文中，其中含有在參考文獻所依賴的句子中論述之材料。

【0056】 在本說明書中及在隨附申請專利範圍中，將參考多個術語，該等術語應定義為具有以下含義。

【0057】 在本說明書之描述及申請專利範圍通篇中，詞語「包含(comprise)」及該詞語之其他形式(諸如「包含(comprising)」及「包含(comprises)」)意謂包括但不限於且不意欲排除例如其他添加劑、組分、整數或步驟。

【0058】 如本說明書及隨附申請專利範圍中所用，除非上下文另外明確指出，否則單數形式「一(a/an)」及「該(the)」包括複數個指示物。因此，例如，提及「組合物」

包括兩種或兩種以上此類組合物之混合物，提及「劑」包括兩種或兩種以上此類劑之混合物，提及「組分」包括兩種或兩種以上此類組分之混合物，及其類似情形。

【0059】 「視情況選用之(Optional)」或「視情況(optionally)」意謂隨後描述之事件或情形能發生或不能發生，且該描述包括該事件或情形發生之情況及該事件或情形不發生之情況。

【0060】 範圍可在本文中表述為「約」一特定值及/或至「約」另一特定值。「約」意謂在該值之5%以內，例如在該值之4、3、2或1%以內。當表述此類範圍時，另一態樣包括一特定值及/或至另一特定值。同樣，當藉由使用先行詞「約」將值表述為近似值時，應理解該特定值形成另一態樣。應進一步理解，每個範圍之端點相對於另一端點均為重要的，且獨立於另一端點。

【0061】 「例示性」意謂「.....之實例」且不意欲傳達較佳或理想實施例之指示。「諸如」未以限制性意義使用，而是用於解釋目的。

【0062】 應理解，在本說明書通篇中，標識符「第一」及「第二」僅用於幫助區分所揭示之主題的各種組分及步驟。標識符「第一」及「第二」不意欲暗示由此等術語修改之組分或步驟的任何特定次序、量、偏好或重要性。

形成經連接材料之方法

【0063】 本文揭示連接方法(例如，形成經連接材料之方法)、經連接材料以及包括該等經連接材料之裝置。例如，

所揭示之主題係關於將一或多個金屬化聚合物集電器連接在一起及/或連接至耳片之方法。

【0064】 例如，本文揭示連接方法(例如，形成經連接材料之方法)，該等方法包括：將一或多個金屬化聚合物集電器置於耳片附近，使得該一或多個金屬化聚合物集電器之至少一部分在重疊區域中與該耳片之至少一部分重疊；將傳導材料置於該重疊區域附近；誘導該傳導材料之流動，使得該傳導材料至少在該重疊區域中在該一或多個金屬化聚合物集電器之該部分與該耳片之該部分之間流動；以及在誘導流動之後，使該傳導材料凝固，由此形成將該一或多個金屬化聚合物集電器連接至該耳片之接頭。

【0065】 該耳片可包含任何合適材料，諸如此項技術中一般已知之彼等。例如，該耳片可包含金屬或其合金。在一些實例中，該耳片係經組態以附接至電極(例如，用於電池)。

【0066】 可藉由任何合適方式來實現誘導該傳導材料之流動。在一些實例中，誘導該傳導材料之流動包括施加超音波、施加熱能(例如，熱)或其組合。

【0067】 在一些實例中，誘導流動包括施加超音波。在一些實例中，該等方法進一步包括：將該一或多個聚合物集電器之至少一部分、該耳片之至少一部分以及該傳導材料之至少一部分定位於超音波變幅桿與砧座之間；隨後經由該超音波變幅桿施加超音波持續一段時間，由此誘導該傳導材料之流動；及在該段時間後，停止施加超音波。

【0068】 在該等方法中之任一者中，該超音波變幅桿可例如包含滾花變幅桿。

【0069】 在一些實例中，施加超音波持續0.1秒或更長(例如，0.25秒或更長、0.5秒或更長、0.75秒或更長、1秒或更長、1.5秒或更長、2秒或更長、2.5秒或更長、3秒或更長、3.5秒或更長、4秒或更長、4.5秒或更長、5秒或更長、6秒或更長、7秒或更長、8秒或更長或者9秒或更長)之一段時間。在一些實例中，施加超音波持續10秒或更短(例如，9秒或更短、8秒或更短、7秒或更短、6秒或更短、5秒或更短、4.5秒或更短、4秒或更短、3.5秒或更短、3秒或更短、2.5秒或更短、2秒或更短、1.5秒或更短、1秒或更短、0.75秒或更短、0.5秒或更短或者0.25秒或更短)之一段時間。施加超音波之該段時間可介於上述任何最小值至上述任何最大值之範圍內。例如，可施加超音波持續0.1秒至10秒(例如，0.1至5秒、5至10秒、0.1至1秒、1至10秒、0.1至1秒、1至2.5秒、2.5至5秒、5至7.5秒、7.5至10秒、0.1至9秒、0.1至7.5秒、0.25至10秒、0.5至10秒、0.75至10秒、2.5至10秒、0.25至9秒、0.5至7.5秒或者1至5秒)之一段時間。

【0070】 在一些實例中，以1微米(μm，微米)或更大(例如，5 μm或更大、10 μm或更大、15 μm或更大、20 μm或更大、25 μm或更大、30 μm或更大、35 μm或更大、40 μm或更大或者45 μm或更大)之振幅施加超音波。在一些實例中，以50 μm或更小(例如，45 μm或更小、40 μm

或更小、35 μm或更小、30 μm或更小、25 μm或更小、20 μm或更小、15 μm或更小、10 μm或更小或者5 μm或更小)之振幅施加超音波。所施加之超音波的振幅可介於上述任何最小值至上述任何最大值之範圍內。例如，可以1微米(μm，微米)至50 μm(例如，1 μm至25 μm、25 μm至50 μm、1 μm至10 μm、10 μm至20 μm、20 μm至30 μm、30 μm至40 μm、40 μm至50 μm、1 μm至45 μm、1 μm至40 μm、1 μm至35 μm、1 μm至30 μm、1 μm至20 μm、1 μm至15 μm、1 μm至5 μm、5 μm至50 μm、10 μm至50 μm、15 μm至50 μm、20 μm至50 μm、30 μm至50 μm、35 μm至50 μm、45 μm至50 μm、5 μm至45 μm或者10 μm至40 μm)之振幅施加超音波。

【0071】 在一些實例中，該等方法可進一步包括在超音波施加期間向該一或多個金屬化聚合物集電器之至少一部分施加壓力，其中該壓力為0.1 psi或更大(例如，0.25 psi或更大、0.5 psi或更大、0.75 psi或更大、1 psi或更大、2 psi或更大、3 psi或更大、4 psi或更大、5 psi或更大、10 psi或更大、15 psi或更大、20 psi或更大、25 psi或更大、30 psi或更大、35 psi或更大、40 psi或更大、45 psi或更大、50 psi或更大、60 psi或更大、70 psi或更大、80 psi或更大或者90 psi或更大)。在一些實例中，該等方法可進一步包括在超音波施加期間向該一或多個金屬化聚合物集電器之至少一部分施加壓力，其

中該壓力為100 psi或更小(例如，90 psi或更小、80 psi或更小、70 psi或更小、60 psi或更小、50 psi或更小、45 psi或更小、40 psi或更小、35 psi或更小、30 psi或更小、25 psi或更小、20 psi或更小、15 psi或更小、10 psi或更小、5 psi或更小、4 psi或更小、3 psi或更小、2 psi或更小、1 psi或更小、0.75 psi或更小、0.5 psi或更小或者0.25 psi或更小)。所施加之壓力可介於上述任何最小值至上述任何最大值之範圍內。例如，該等方法可進一步包括在超音波施加期間向該一或多個金屬化聚合物集電器之至少一部分施加壓力，其中該壓力為0.1 psi至100 psi (例如，0.1至50 psi、50至100 psi、0.1至20 psi、20至40 psi、40至60 psi、60至80 psi、80至100 psi、0.1至90 psi、0.1至75 psi、0.1至40 psi、0.1至30 psi、0.1至25 psi、0.1至10 psi、1 psi至100 psi、2至100 psi、3至100 psi、4至100 psi、5至100 psi、10至100 psi、15至100 psi、20至100 psi、25至100 psi、40至100 psi、75至100 psi、0.5至90 psi、1至75 psi、5 psi至50 psi或者15至30 psi)。

【0072】 在一些實例中，該等方法可進一步包括在超音波施加期間向該一或多個金屬化聚合物集電器之至少一部分施加力，其中該力為1牛頓(N)或更大(例如，2N或更大、3 N或更大、4 N或更大、5 N或更大、10 N或更大、15 N或更大、20 N或更大、25 N或更大、30 N或更大、35

N或更大、40 N或更大、45 N或更大、50 N或更大、60 N或更大、70 N或更大、80 N或更大、90 N或更大、100 N或更大、125 N或更大、150 N或更大、175 N或更大、200 N或更大、225 N或更大、250 N或更大、300 N或更大、350 N或更大、400 N或更大、450 N或更大、500 N或更大、600 N或更大、700 N或更大、800 N或更大或者900 N或更大)。在一些實例中，該等方法可進一步包括在超音波施加期間向該一或多個金屬化聚合物集電器之至少一部分施加力，其中該力為1千牛頓(kN)或更小(例如，900 N或更小、800 N或更小、700 N或更小、600 N或更小、500 N或更小、450 N或更小、400 N或更小、350 N或更小、300 N或更小、250 N或更小、225 N或更小、200 N或更小、175 N或更小、150 N或更小、125 N或更小、100 N或更小、90 N或更小、80 N或更小、70 N或更小、60 N或更小、50 N或更小、45 N或更小、40 N或更小、35 N或更小、30 N或更小、25 N或更小、20 N或更小、15 N或更小、10 N或更小、5 N或更小、4 N或更小、3 N或更小或者2 N或更小)。所施加之力可介於上述任何最小值至上述任何最大值之範圍內。例如，該等方法可進一步包括在超音波施加期間向該一或多個金屬化聚合物集電器之至少一部分施加力，其中該力為1 N至1 kN (例如，1 N至500 N、500 N至1 kN、1至200 N、200至400 N、400 N至600 N、600 N至800 N、800 N至1 kN、1 N至900 N、1 N至750 N、1 N至250

N、1 N至100 N、5 N至1 kN、10 N至1 kN、25 N至1 kN、50 N至1 kN、75 N至1 kN、100 N至1 kN、250 N至1 kN、750 N至1 kN、5 N至900 N或者10 N至750 N)。

【0073】 在一些實例中，誘導流動進一步包括在超音波施加之前及/或同時施加熱能，由此誘導該傳導材料之流動。

【0074】 在一些實例中，該方法進一步包括停止超音波、移除熱能或其組合，由此使該傳導材料凝固。

【0075】 該傳導材料可包含任何合適材料，諸如此項技術中已知之彼等。在一些實例中，該傳導材料與該耳片及/或該一或多個金屬化集電器並非相同材料。合適傳導材料之實例包括但不限於傳導聚合物、金屬、合金、複合材料、焊接材料、傳導黏合劑等。

【0076】 在一些實例中，該傳導材料包含焊接材料(例如，焊料)。焊接材料可包含任何合適之焊接材料，諸如此項技術中已知之彼等。在一些實例中，該方法包括超音波輔助焊接。在一些實例中，該方法包括無焊劑超音波輔助焊接。

【0077】 在一些實例中，該傳導材料包含導電黏合劑。在一些實例中，將該傳導材料置於重疊區域附近包括用該導電黏合劑塗佈該一或多個金屬化聚合物集電器之至少一部分、該耳片之至少一部分或其組合。

【0078】 導電黏合劑可包含任何合適材料，諸如此項技術中已知之彼等。在一些實例中，導電黏合劑包含導電聚合物。在一些實例中，該導電黏合劑包含黏合劑及複數個導

電粒子。在一些實例中，該複數個導電粒子可包含任何合適材料，例如金屬及/或合金。該黏合劑可包含任何合適之黏合劑。

【0079】 該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者可例如包含此項技術中已知之彼等，諸如由Soteria Battery Innovation Group製造之彼等及/或以下任一者所述之彼等：美國專利10,700,339；美國專利10,763,481；美國專利10,854,868；美國專利10,957,956；美國專利11,139,510；美國公開專利申請案2021/0057706；美國公開專利申請案2021/0057712；美國公開專利申請案2021/0159507；美國公開專利申請案2021/0226308；美國公開專利申請案2022/0037738；以及美國公開專利申請案2022/0045403。

【0080】 在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者獨立地包括：聚合物層，其具有第一表面及與第一表面相對且間隔開之第二表面；安置於該聚合物層之第一表面上的第一金屬層；及安置於該聚合物層之第二表面上的第二金屬層；使得該聚合物層夾在第一金屬層與第二金屬層之間且與第一金屬層及第二金屬層物理接觸。

【0081】 金屬化聚合物集電器之總數可例如為1個或更多(例如，2個或更多、3個或更多、4個或更多、5個或更多、6個或更多、7個或更多、8個或更多、9個或更多、10個或更多、15個或更多、20個或更多、25個或更多、30個或更多、35個或更多、40個或更多、45個或更多、50個或

更多、55個或更多、60個或更多、70個或更多、80個或更多、90個或更多、100個或更多、125個或更多、150個或更多、175個或更多、200個或更多、225個或更多、250個或更多、300個或更多、350個或更多、400個或更多、450個或更多、500個或更多、600個或更多、700個或更多、800個或更多或者900個或更多)。在一些實例中，金屬化聚合物集電器之總數可為1000個或更少(例如，900個或更少、800個或更少、700個或更少、600個或更少、500個或更少、450個或更少、400個或更少、350個或更少、300個或更少、250個或更少、225個或更少、200個或更少、175個或更少、150個或更少、125個或更少、100個或更少、90個或更少、80個或更少、70個或更少、60個或更少、55個或更少、50個或更少、45個或更少、40個或更少、35個或更少、30個或更少、25個或更少、20個或更少、15個或更少、10個或更少、9個或更少、8個或更少、7個或更少、6個或更少、5個或更少、4個或更少、3個或更少或者2個或更少)。金屬化聚合物集電器之總數可介於上述任何最小值至上述任何最大值之範圍內。例如，金屬化聚合物集電器之總數可為1至1000個(例如1至500個、500至1000個、1至200個、200至400個、400至600個、600至800個、800至1000個、2至1000個、3至1000個、5至1000個、8至1000個、16至1000個、25至1000個、32至1000個、50至1000個、64至1000個、100至1000個、120至1000個、250至1000個、750

至1000個、1至900個、1至800個、1至750個、1至400個、1至250個、1至120個、1至100個、1至64個、1至50個、1至32個、1至25個、1至16個、1至8個、1至5個、2至900個、3至800個或者5至500個)。例如，金屬化聚合物集電器之總數可為2個或更多、3個或更多、8個或更多、16個或更多、32個或更多、64個或更多、120個或更多、250個或更多或者500個或更多。

【0082】 該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者可獨立地具有例如1微米或更大(例如，2微米或更大、3微米或更大、4微米或更大、5微米或更大、6微米或更大、7微米或更大、8微米或更大、9微米或更大、10微米或更大、11微米或更大、12微米或更大、13微米或更大、14微米或更大、15微米或更大、16微米或更大、17微米或更大、18微米或更大、19微米或更大、20微米或更大、25微米或更大、30微米或更大、35微米或更大、40微米或更大或者45微米或更大)之平均厚度。在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者可獨立地具有50微米或更小(例如，45微米或更小、40微米或更小、35微米或更小、30微米或更小、25微米或更小、20微米或更小、19微米或更小、18微米或更小、17微米或更小、16微米或更小、15微米或更小、14微米或更小、13微米或更小、12微米或更小、11微米或更小、10微米或更小、9微米或更小、8微米或更小、7微米或更小、6微米或更小、5微米或更小、4微米或更小、3微米或更小或者2微米或更小)之平均厚

度。該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的平均厚度可獨立地介於上述任何最小值至上述任何最大值之範圍內。例如，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者可獨立地具有1微米至50微米(例如，1至25微米、25至50微米、1至10微米、10至20微米、20至30微米、30至40微米、40至50微米、1至45微米、1至40微米、1至30微米、1至20微米、1至15微米、1至5微米、2至50微米、3至50微米、4至50微米、5至50微米、10至50微米、15至50微米、20至50微米、30至50微米、35至50微米、45至50微米、2至45微米、5至45微米或者1至20微米)之平均厚度。

【0083】 該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的聚合物層可獨立地包含任何合適材料。例如，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的聚合物層可獨立地包含聚丙烯、聚乙烯、聚對苯二甲酸乙二酯(PET)、聚萘二甲酸乙二酯(PEN)、聚乙烯醇(PVA)、聚芳醯胺(例如，Kevlar、Nomex)、聚醯胺(例如耐綸)、聚醯亞胺(例如Kapton)、纖維素、其衍生物或其組合。

【0084】 在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的聚合物層可獨立地具有1微米或更大(例如，2微米或更大、3微米或更大、4微米或更大、5微米或更大、6微米或更大、7微米或更大、8微米或更大、9微米或更大、10微米或更大、11微米或更大、12微米或更大、13微米或更大、14微米或更大、15微米或更大、16微米或更大、

17微米或更大、18微米或更大、19微米或更大、20微米或更大、25微米或更大、30微米或更大、35微米或更大、40微米或更大或者45微米或更大)之平均厚度。在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者可獨立地具有50微米或更小(例如，45微米或更小、40微米或更小、35微米或更小、30微米或更小、25微米或更小、20微米或更小、19微米或更小、18微米或更小、17微米或更小、16微米或更小、15微米或更小、14微米或更小、13微米或更小、12微米或更小、11微米或更小、10微米或更小、9微米或更小、8微米或更小、7微米或更小、6微米或更小、5微米或更小、4微米或更小、3微米或更小或者2微米或更小)之平均厚度。該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的平均厚度可獨立地介於上述任何最小值至上述任何最大值之範圍內。例如，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者可獨立地具有1微米至50微米(例如，1至25微米、25至50微米、1至10微米、10至20微米、20至30微米、30至40微米、40至50微米、1至45微米、1至40微米、1至30微米、1至20微米、1至15微米、1至5微米、2至50微米、3至50微米、4至50微米、5至50微米、10至50微米、15至50微米、20至50微米、30至50微米、35至50微米、45至50微米、2至45微米、5至45微米或者1至20微米)之平均厚度。

【0085】 該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第一金屬層可獨立地包含任何合適材料。例如，該一或多個

金屬化聚合物集電器中之每一者的第一金屬層可獨立地包含金屬(例如，一或多種純金屬、合金或其組合)。例如，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第一金屬層可獨立地包含選自由以下組成之群的金屬：Li、Be、B、Na、Mg、Al、Si、K、Ca、Sc、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Ga、Ge、As、Rb、Sr、Y、Zr、Nb、Mo、Tc、Ru、Rh、Pd、Ag、Cd、In、Sn、Sb、Te、Cs、Ba、Hf、Ta、W、Re、Os、Ir、Pt、Au、Hg、Tl、Pb、Bi、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb及其組合。在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第一金屬層可獨立地包含Al、Cu、Zn、Sn、Si、Pb、Ti、Li或其組合。

【0086】 在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第一金屬層獨立地具有10奈米或更大(例如，15奈米或更大、20奈米或更大、25奈米或更大、30奈米或更大、35奈米或更大、40奈米或更大、45奈米或更大、50奈米或更大、60奈米或更大、70奈米或更大、80奈米或更大、90奈米或更大、100奈米或更大、125奈米或更大、150奈米或更大、175奈米或更大、200奈米或更大、225奈米或更大、250奈米或更大、300奈米或更大、350奈米或更大、400奈米或更大、450奈米或更大、500奈米或更大、600奈米或更大、700奈米或更大、800奈米或更大、900奈米或更大、1微米或更大、1.25微米或更

大、1.5微米或更大、1.75微米或更大、2微米或更大、2.25微米或更大、2.5微米或更大、3微米或更大、3.5微米或更大、4微米或更大或者4.5微米或更大)之平均厚度。在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第一金屬層獨立地具有5微米或更小(例如，4.5微米或更小、4微米或更小、3.5微米或更小、3微米或更小、2.5微米或更小、2.25微米或更小、2微米或更小、1.75微米或更小、1.5微米或更小、1.25微米或更小、1微米或更小、900奈米或更小、800奈米或更小、700奈米或更小、600奈米或更小、500奈米或更小、450奈米或更小、400奈米或更小、350奈米或更小、300奈米或更小、250奈米或更小、225奈米或更小、200奈米或更小、175奈米或更小、150奈米或更小、125奈米或更小、100奈米或更小、90奈米或更小、80奈米或更小、70奈米或更小、60奈米或更小、50奈米或更小、45奈米或更小、40奈米或更小、35奈米或更小、30奈米或更小、25奈米或更小、20奈米或更小或者15奈米或更小)之平均厚度。該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第一金屬層之平均厚度可獨立地介於上述任何最小值至上述任何最大值之範圍內。例如，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第一金屬層可獨立地具有10奈米至5微米(例如，10 nm至500奈米、500奈米至5微米、10奈米至100奈米、100奈米至1微米、1微米至5微米、10奈米至2.5微米、10奈米至1微米、10奈米至750奈米、10奈米至250奈米、25奈米至5微米、

50奈米至5微米、100奈米至5微米、250奈米至5微米、750奈米至5微米、25奈米至4微米、50奈米至2.5微米或者100奈米至1微米)之平均厚度。

【0087】 該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第二金屬層可獨立地包含任何合適材料。例如，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第二金屬層可獨立地包含金屬(例如，一或多種純金屬、合金或其組合)。例如，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第二金屬層可獨立地包含選自由以下組成之群的金屬：Li、Be、B、Na、Mg、Al、Si、K、Ca、Sc、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Ga、Ge、As、Rb、Sr、Y、Zr、Nb、Mo、Tc、Ru、Rh、Pd、Ag、Cd、In、Sn、Sb、Te、Cs、Ba、Hf、Ta、W、Re、Os、Ir、Pt、Au、Hg、Tl、Pb、Bi、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb及其組合。在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第二金屬層可獨立地包含Al、Cu、Zn、Sn、Si、Pb、Ti、Li或其組合。

【0088】 在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第二金屬層獨立地具有10奈米或更大(例如，15奈米或更大、20奈米或更大、25奈米或更大、30奈米或更大、35奈米或更大、40奈米或更大、45奈米或更大、50奈米或更大、60奈米或更大、70奈米或更大、80奈米或更大、90奈米或更大、100奈米或更大、125奈米

或更大、150奈米或更大、175奈米或更大、200奈米或更大、225奈米或更大、250奈米或更大、300奈米或更大、350奈米或更大、400奈米或更大、450奈米或更大、500奈米或更大、600奈米或更大、700奈米或更大、800奈米或更大、900奈米或更大、1微米或更大、1.25微米或更大、1.5微米或更大、1.75微米或更大、2微米或更大、2.25微米或更大、2.5微米或更大、3微米或更大、3.5微米或更大、4微米或更大或者4.5微米或更大)之平均厚度。在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第二金屬層獨立地具有5微米或更小(例如，4.5微米或更小、4微米或更小、3.5微米或更小、3微米或更小、2.5微米或更小、2.25微米或更小、2微米或更小、1.75微米或更小、1.5微米或更小、1.25微米或更小、1微米或更小、900奈米或更小、800奈米或更小、700奈米或更小、600奈米或更小、500奈米或更小、450奈米或更小、400奈米或更小、350奈米或更小、300奈米或更小、250奈米或更小、225奈米或更小、200奈米或更小、175奈米或更小、150奈米或更小、125奈米或更小、100奈米或更小、90奈米或更小、80奈米或更小、70奈米或更小、60奈米或更小、50奈米或更小、45奈米或更小、40奈米或更小、35奈米或更小、30奈米或更小、25奈米或更小、20奈米或更小或者15奈米或更小)之平均厚度。該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第二金屬層之平均厚度可獨立地介於上述任何最小值至上述任何最大值之範圍內。例如，該

一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第二金屬層可獨立地具有10奈米至5微米(例如，10 nm至500奈米、500奈米至5微米、10奈米至100奈米、100奈米至1微米、1微米至5微米、10奈米至2.5微米、10奈米至1微米、10奈米至750奈米、10奈米至250奈米、25奈米至5微米、50奈米至5微米、100奈米至5微米、250奈米至5微米、750奈米至5微米、25奈米至4微米、50奈米至2.5微米或者100奈米至1微米)之平均厚度。

【0089】 在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第一金屬層及第二金屬層獨立地為實質上相同的。在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者為實質上相同的。

【0090】 在一些實例中，該等方法可進一步包括形成具有複數個包括該一或多個金屬化聚合物集電器之層的堆疊，該堆疊自頂部表面延伸至底部表面，使得：將該一或多個金屬化聚合物集電器置於該耳片上包括將該堆疊置於該耳片上，誘導該傳導材料之流動進一步導致該傳導材料至少部分地在該複數個層中之每一者之間流動，且藉由該方法形成之接頭進一步將該堆疊之該複數個層連接在一起。形成該堆疊可例如包括堆疊及/或折疊該一或多個金屬化聚合物集電器。

【0091】 在一些實例中，該堆疊內之前一層及後一層之至少一部分之間存在間隙(例如，在前一層之第二金屬層的至

少一部分與後一層之第一金屬層的至少一部分之間存在間隙)。例如，間隙可歸因於紋理處理。

【0092】 在一些實例中，前一層之至少一部分經安置於該堆疊內之後一層上且與該後一層物理接觸(例如，前一層之第二金屬層的至少一部分經安置於後一層之第一金屬層的至少一部分上且與其物理接觸)。

【0093】 在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器包括複數個金屬化聚合物集電器，且形成該堆疊包括將該複數個金屬化聚合物集電器自第一金屬化聚合物集電器至最後一個金屬化聚合物集電器堆疊在彼此上方，使得：前一金屬化聚合物集電器之第二金屬層經安置於後一金屬化聚合物集電器之第一金屬層之上且鄰近該第一金屬層；該第一金屬化聚合物集電器之第一金屬層為該堆疊之頂部表面；且最後一個金屬化聚合物集電器之第二金屬層為該堆疊之底部表面。

【0094】 在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之一或多者的至少一部分進一步包括紋理(例如，使得該部分不平坦)。例如，紋理部分可包括一或多個突起及/或壓痕。例如，紋理部分可為波紋狀、凹槽狀、脊狀、滾花狀等。在一些實例中，該等方法可進一步包括對該一或多個金屬化聚合物集電器中之一或多者的至少一部分進行紋理處理。在一些實例中，該等方法可進一步包括在形成該堆疊之前或之後對該一或多個金屬化聚合物集電器中之一或多者的至少一部分進行紋理處理。

【0095】 在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之一或多者進一步包括延伸穿過該金屬化聚合物集電器之穿孔(例如，一或多個穿孔)。在一些實例中，該堆疊進一步包括延伸穿過該堆疊、頂部表面及底部表面之穿孔(例如，一或多個穿孔)。

【0096】 在一些實例中，該等方法可進一步包括產生該(等)穿孔。產生該穿孔可例如包括使用衝壓工具、雷射、超音波熔接、化學蝕刻或其組合。

【0097】 在一些實例中，誘導該傳導材料之流動進一步導致該傳導材料至少部分地流動通過該穿孔。

【0098】 接頭及/或經連接材料可例如相對於藉由不同方法製造之接頭及/或經連接材料具有改良之機械及/或電氣特性。

【0099】 在一些實例中，接頭可具有1牛頓(N)或更大(例如，2 N或更大、3 N或更大、4 N或更大、5 N或更大、10 N或更大、15 N或更大、20 N或更大、25 N或更大、30 N或更大、35 N或更大、40 N或更大、45 N或更大、50 N或更大、55 N或更大、60 N或更大、65 N或更大、70 N或更大、75 N或更大、80 N或更大、85 N或更大、90 N或更大或者95 N或更大)之平均機械拉力強度。在一些實例中，接頭可具有100 N或更小(例如，95 N或更小、90 N或更小、85 N或更小、80 N或更小、75 N或更小、70 N或更小、65 N或更小、60 N或更小、55 N或更小、50 N或更小、45 N或更小、40 N或更小、35 N或更小、

30 N或更小、25 N或更小、20 N或更小、15 N或更小、10 N或更小、5 N或更小、4 N或更小、3 N或更小或者2 N或更小)之平均機械拉力強度。接頭之平均機械拉力強度可介於上述任何最小值至上述任何最大值之範圍內。例如，接頭可具有1 N至100 N(例如，1 N至50 N、50 N至100 N、1 N至20 N、20 N至40 N、40 N至60 N、60 N至80 N、80 N至100 N、1 N至90 N、1 N至80 N、1 N至70 N、1 N至60 N、1 N至40 N、1 N至30 N、1 N至10 N、1 N至5 N、2 N至100 N、3 N至100 N、4 N至100 N、5 N至100 N、10 N至100 N、20 N至100 N、30 N至100 N、40 N至100 N、60 N至100 N、70 N至100 N、90 N至100 N、2 N至90 N、3 N至75 N、4 N至50 N或者5 N至25 N)之平均機械拉力強度。

【0100】 在一些實例中，接頭可具有0.1牛頓(N)或更大(例如，0.2 N或更大、0.3 N或更大、0.4 N或更大、0.5 N或更大、0.75 N或更大、1 N或更大、1.25 N或更大、1.5 N或更大、1.75 N或更大、2 N或更大、2.5 N或更大、3 N或更大、3.5 N或更大、4 N或更大、4.5 N或更大、5 N或更大、6 N或更大、7 N或更大、8 N或更大、9 N或更大、10 N或更大、11 N或更大、12 N或更大、13 N或更大、14 N或更大、15 N或更大、16 N或更大、17 N或更大、18 N或更大或者19 N或更大)之平均機械剝離強度。在一些實例中，接頭可具有20 N或更小(例如，19 N或更小、18 N或更小、17 N或更小、16 N或更小、

15 N或更小、14 N或更小、13 N或更小、12 N或更小、11 N或更小、10 N或更小、9 N或更小、8 N或更小、7 N或更小、6 N或更小、5 N或更小、4.5 N或更小、4 N或更小、3.5 N或更小、3 N或更小、2.5 N或更小、2 N或更小、1.75 N或更小、1.5 N或更小、1.25 N或更小、1 N或更小、0.75 N或更小、0.5 N或更小、0.4 N或更小、0.3 N或更小或者0.2 N或更小)之平均機械剝離強度。接頭之平均機械剝離強度可介於上述任何最小值至上述任何最大值之範圍內。例如，接頭可具有0.1 N至20 N (例如，0.1 N至10 N、10 N至20 N、0.1 N至5 N、5 N至10 N、50 N至15 N、15 N至20 N、0.1 N至15 N、0.1 N至10 N、0.5 N至20 N、1 N至20 N、5 N至20 N, 15 N至20 N、0.5 N至18 N或者1 N至15 N)之平均機械剝離強度。

【0101】 在一些實例中，藉由本文方法製造之接頭及/或經連接材料支持1毫安(mA)或更大之電流持續一段時間(例如，2 mA或更大、3 mA或更大、4 mA或更大、5 mA或更大、10 mA或更大、15 mA或更大、20 mA或更大、25 mA或更大、30 mA或更大、35 mA或更大、40 mA或更大、45 mA或更大、50 mA或更大、60 mA或更大、70 mA或更大、80 mA或更大、90 mA或更大、100 mA或更大、125 mA或更大、150 mA或更大、175 mA或更大、200 mA或更大、225 mA或更大、250 mA或更大、300 mA或更大、350 mA或更大、400 mA或更大、

450 mA或更大、500 mA或更大、600 mA或更大、700 mA或更大、800 mA或更大、900 mA或更大、1安培(A、Amp)或更大、2 A或更大、3 A或更大、4 A或更大、5 A或更大、10 A或更大、15 A或更大、20 A或更大、25 A或更大、30 A或更大、35 A或更大、40 A或更大、45 A或更大、50 A或更大、60 A或更大、70 A或更大、80 A或更大或者90 A或更大)。在一些實例中，藉由本文方法製造之接頭及/或經連接材料支持100安培(A、Amp)或更小之電流持續一段時間(例如，90 A或更小、80 A或更小、70 A或更小、60 A或更小、50 A或更小、45 A或更小、40 A或更小、35 A或更小、30 A或更小、25 A或更小、20 A或更小、15 A或更小、10 A或更小、5 A或更小、4 A或更小、3 A或更小、2 A或更小、1 A或更小、900 mA或更小、800 mA或更小、700 mA或更小、600 mA或更小、500 mA或更小、450 mA或更小、400 mA或更小、350 mA或更小、300 mA或更小、250 mA或更小、225 mA或更小、200 mA或更小、175 mA或更小、150 mA或更小、125 mA或更小、100 mA或更小、90 mA或更小、80 mA或更小、70 mA或更小、60 mA或更小、50 mA或更小、45 mA或更小、40 mA或更小、35 mA或更小、30 mA或更小、25 mA或更小、20 mA或更小、15 mA或更小、10 mA或更小、5 mA或更小、4 mA或更小、3 mA或更小或者2 mA或更小)。藉由本文方法製造之接頭及/或經連接材料支持的電流可介於上述任何最

小值至上述任何最大值之範圍內。例如，藉由本文方法製造之接頭及/或經連接材料支持1 mA至100 A (例如，1 mA至1 A、1 A至100 A、1 mA至500 mA、500 mA至1 A、1 A至50 A、50 A至100 A、1 mA至75 A、1 mA至50 A、1 mA至25 A、1 mA至10 A、1 mA至900 mA、1 mA至750 mA、1 mA至250 mA、1 mA至100 mA、5 mA至100 A、10 mA至100 A、25 mA至100 A、50 mA至100 A、75 mA至100 A、100 mA至100 A、250 mA至100 A、500 mA至100 A、750 mA至100 A、5 A至100 A、10 A至100 A、25 A至100 A、75 A至100 A、5 mA至90 A、10 mA至80 A、50 mA至75 A、100 mA至50 A或者250 mA至25 A)之電流。

【0102】 在一些實例中，藉由本文方法製造之接頭及/或經連接材料支持該電流的該段時間可為1秒或更長(例如，2秒或更長、3秒或更長、4秒或更長、5秒或更長、10秒或更長、15秒或更長、20秒或更長、25秒或更長、30秒或更長、35秒或更長、40秒或更長、45秒或更長、50秒或更長、55秒或更長、1分鐘或更長、2分鐘或更長、3分鐘或更長、4分鐘或更長、5分鐘或更長、10分鐘或更長、15分鐘或更長、20分鐘或更長、25分鐘或更長、30分鐘或更長、35分鐘或更長、40分鐘或更長、45分鐘或更長、50分鐘或更長、55分鐘或更長、1小時或更長、1.5小時或更長、2小時或更長、2.5小時或更長、3小時或更長、4小時或更長、5小時或更長、6小時或更長、8小時或更長、10

小時或更長、12小時或更長、14小時或更長、16小時或更長、18小時或更長、20小時或更長、22小時或更長、1天或更長、1.5天或更長、2天或更長、2.5天或更長、3天或更長、4天或更長、5天或更長、6天或更長、1週或更長、1.5週或更長、2週或更長、2.5週或更長、3週或更長、3.5週或更長、1個月或更長、1.5個月或更長、2個月或更長、2.5個月或更長、3個月或更長、3.5個月或更長、4個月或更長、5個月或更長、6個月或更長、7個月或更長、8個月或更長、9個月或更長、10個月或更長、11個月或更長、1年或更長、1.5年或更長、2年或更長、2.5年或更長、3年或更長、3.5年或更長、4年或更長、4.5年或更長、5年或更長、6年或更長、7年或更長、8年或更長或者9年或更長)。在一些實例中，藉由本文方法製造之接頭及/或經連接材料支持該電流的該段時間可為10年或更短(例如，9年或更短、8年或更短、7年或更短、6年或更短、5年或更短、4.5年或更短、4年或更短、3.5年或更短、3年或更短、2.5年或更短、2年或更短、1.5年或更短、1年或更短、11個月或更短、10個月或更短、9個月或更短、8個月或更短、7個月或更短、6個月或更短、5個月或更短、4個月或更短、3.5個月或更短、3個月或更短、2.5個月或更短、2個月或更短、1.5個月或更短、1個月或更短、3.5週或更短、3週或更短、2.5週或更短、2週或更短、1.5週或更短、1週或更短、6天或更短、5天或更短、4天或更短、3天或更短、2.5天或更短、2天或更短、1.5天或更短、1天或更短、

22小時或更短、20小時或更短、18小時或更短、16小時或更短、14小時或更短、12小時或更短、10小時或更短、8小時或更短、6小時或更短、5小時或更短、4小時或更短、3小時或更短、2.5小時或更短、2小時或更短、1.5小時或更短、1小時或更短、55分鐘或更短、50分鐘或更短、45分鐘或更短、40分鐘或更短、35分鐘或更短、30分鐘或更短、25分鐘或更短、20分鐘或更短、15分鐘或更短、10分鐘或更短、5分鐘或更短、4分鐘或更短、3分鐘或更短、2分鐘或更短、1分鐘或更短、55秒或更短、50秒或更短、45秒或更短、40秒或更短、35秒或更短、30秒或更短、25秒或更短、20秒或更短、15秒或更短、10秒或更短、5秒或更短、4秒或更短、3秒或更短或者2秒或更短)。藉由本文方法製造之接頭及/或經連接材料支持該電流的該段時間可介於上述任何最小值至上述任何最大值之範圍內。例如，藉由本文方法製造之接頭及/或經連接材料支持該電流的該段時間可為1秒至10年(例如，1秒至1週、1週至10年、1秒至1分鐘、1分鐘至1小時、1小時至1天、1天至1週、1週至1個月、1個月至1年、1年至10年、10秒至10年、1小時至10年、1天至10年、1週至10年、1個月至10年、1年至10年、1秒至5年、1秒至1年、1秒至1個月、1秒至1週、1秒至1天、1秒至1小時、1秒至1分鐘、5秒至5年或者10秒至1年)。

【0103】 在一些實例中，藉由本文方法製造之接頭及/或經連接材料支持1毫安(mA)或更大之電流持續1秒或更長之

一段時間。在一些實例中，藉由本文方法製造之接頭及/或經連接材料支持1 mA至100 A之電流持續1秒至10年之一段時間。

【0104】 在一些實例中，藉由本文方法製造之接頭及/或經連接材料具有1歐姆或更小(例如，900毫歐或更小、800毫歐或更小、700毫歐或更小、600毫歐或更小、500毫歐或更小、450毫歐或更小、400毫歐或更小、350毫歐或更小、300毫歐或更小、250毫歐或更小、225毫歐或更小、200毫歐或更小、175毫歐或更小、150毫歐或更小、125毫歐或更小、100毫歐或更小、90毫歐或更小、80毫歐或更小、70毫歐或更小、60毫歐或更小、50毫歐或更小、45毫歐或更小、40毫歐或更小、35毫歐或更小、30毫歐或更小、25毫歐或更小、20毫歐或更小、15毫歐或更小、10毫歐或更小、5毫歐或更小、4毫歐或更小、3毫歐或更小或者2毫歐或更小)之電阻。在一些實例中，藉由本文方法製造之接頭及/或經連接材料具有1毫歐或更大(例如，2毫歐或更大、3毫歐或更大、4毫歐或更大、5毫歐或更大、10毫歐或更大、15毫歐或更大、20毫歐或更大、25毫歐或更大、30毫歐或更大、35毫歐或更大、40毫歐或更大、45毫歐或更大、50毫歐或更大、60毫歐或更大、70毫歐或更大、80毫歐或更大、90毫歐或更大、100毫歐或更大、125毫歐或更大、150毫歐或更大、175毫歐或更大、200毫歐或更大、225毫歐或更大、250毫歐或更大、300毫歐或更大、350毫歐或更大、400毫歐或更大、450毫歐或更

大、500毫歐或更大、600毫歐或更大、700毫歐或更大、800毫歐或更大或者900毫歐或更大)之電阻。藉由本文方法製造之接頭及/或經連接材料的電阻可介於上述任何最小值至上述任何最大值之範圍內。例如，藉由本文方法製造之接頭及/或經連接材料可具有1毫歐至1歐姆(例如，1毫歐至500毫歐、500毫歐至1歐姆、1毫歐至200毫歐、200毫歐至400毫歐、400毫歐至600毫歐、600毫歐至800毫歐、800毫歐至1歐姆、1毫歐至900毫歐、1毫歐至800毫歐、1毫歐至700毫歐、1毫歐至600毫歐、1毫歐至400毫歐、1毫歐至300毫歐、1毫歐至200毫歐、1毫歐至100毫歐、1毫歐至50毫歐或者1毫歐至10毫歐)之電阻。

經連接材料

【0105】 本文亦揭示藉由本文所揭示之任何方法製造之接頭及/或經連接材料。

【0106】 本文亦揭示經連接材料，其包括一或多個金屬化聚合物集電器、耳片及傳導材料；其中該一或多個金屬化聚合物集電器經由接頭連接至該耳片；其中該接頭包含傳導材料；其中該接頭之至少一部分夾在該耳片與該一或多個金屬化集電器之間。

【0107】 該耳片可包含任何合適材料，諸如此項技術中一般已知之彼等。例如，該耳片可包含金屬或其合金。在一些實例中，該耳片係經組態以附接至電極(例如，用於電池)。

【0108】 該傳導材料可包含任何合適材料，諸如此項技術中已知之彼等。在一些實例中，該傳導材料與該耳片及/或該一或多個金屬化集電器並非相同材料。合適傳導材料之實例包括但不限於傳導聚合物、金屬、合金、複合材料、焊接材料、傳導黏合劑等。

【0109】 在一些實例中，該傳導材料包含焊接材料(例如，焊料)。焊接材料可包含任何合適之焊接材料，諸如此項技術中已知之彼等。

【0110】 在一些實例中，該傳導材料包含導電黏合劑。導電黏合劑可包含任何合適材料，諸如此項技術中已知之彼等。在一些實例中，導電黏合劑包含導電聚合物。在一些實例中，該導電黏合劑包含黏合劑及複數個導電粒子。在一些實例中，該複數個導電粒子可包含任何合適材料，例如金屬及/或合金。該黏合劑可包含任何合適之黏合劑。

【0111】 該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者可例如包含此項技術中已知之彼等，諸如由Soteria Battery Innovation Group製造之彼等及/或以下任一者所述之彼等：美國專利10,700,339；美國專利10,763,481；美國專利10,854,868；美國專利10,957,956；美國專利11,139,510；美國公開專利申請案2021/0057706；美國公開專利申請案2021/0057712；美國公開專利申請案2021/0159507；美國公開專利申請案2021/0226308；美國公開專利申請案2022/0037738；以及美國公開專利申請案2022/0045403。

【0112】 在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者獨立地包括：聚合物層，其具有第一表面及與第一表面相對且間隔開之第二表面；安置於該聚合物層之第一表面上的第一金屬層；及安置於該聚合物層之第二表面上的第二金屬層；使得該聚合物層夾在第一金屬層與第二金屬層之間且與第一金屬層及第二金屬層物理接觸。

【0113】 金屬化聚合物集電器之總數可例如為1個或更多(例如，2個或更多、3個或更多、4個或更多、5個或更多、6個或更多、7個或更多、8個或更多、9個或更多、10個或更多、15個或更多、20個或更多、25個或更多、30個或更多、35個或更多、40個或更多、45個或更多、50個或更多、55個或更多、60個或更多、70個或更多、80個或更多、90個或更多、100個或更多、125個或更多、150個或更多、175個或更多、200個或更多、225個或更多、250個或更多、300個或更多、350個或更多、400個或更多、450個或更多、500個或更多、600個或更多、700個或更多、800個或更多或者900個或更多)。在一些實例中，金屬化聚合物集電器之總數可為1000個或更少(例如，900個或更少、800個或更少、700個或更少、600個或更少、500個或更少、450個或更少、400個或更少、350個或更少、300個或更少、250個或更少、225個或更少、200個或更少、175個或更少、150個或更少、125個或更少、100個或更少、90個或更少、80個或更少、70個或更少、60個或更少、55個或更少、50個或更少、45個或更少、

40個或更少、35個或更少、30個或更少、25個或更少、20個或更少、15個或更少、10個或更少、9個或更少、8個或更少、7個或更少、6個或更少、5個或更少、4個或更少、3個或更少或者2個或更少)。金屬化聚合物集電器之總數可介於上述任何最小值至上述任何最大值之範圍內。例如，金屬化聚合物集電器之總數可為1至1000個(例如1至500個、500至1000個、1至200個、200至400個、400至600個、600至800個、800至1000個、2至1000個、3至1000個、5至1000個、8至1000個、16至1000個、25至1000個、32至1000個、50至1000個、64至1000個、100至1000個、120至1000個、250至1000個、750至1000個、1至900個、1至800個、1至750個、1至400個、1至250個、1至120個、1至100個、1至64個、1至50個、1至32個、1至25個、1至16個、1至8個、1至5個、2至900個、3至800個或者5至500個)。例如，金屬化聚合物集電器之總數可為2個或更多、3個或更多、8個或更多、16個或更多、32個或更多、64個或更多、120個或更多、250個或更多或者500個或更多。

【0114】 該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者可獨立地具有例如1微米或更大(例如，2微米或更大、3微米或更大、4微米或更大、5微米或更大、6微米或更大、7微米或更大、8微米或更大、9微米或更大、10微米或更大、11微米或更大、12微米或更大、13微米或更大、14微米或更大、15微米或更大、16微米或更大、17微米或更大、18

微米或更大、19微米或更大、20微米或更大、25微米或更大、30微米或更大、35微米或更大、40微米或更大或者45微米或更大)之平均厚度。在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者可獨立地具有50微米或更小(例如，45微米或更小、40微米或更小、35微米或更小、30微米或更小、25微米或更小、20微米或更小、19微米或更小、18微米或更小、17微米或更小、16微米或更小、15微米或更小、14微米或更小、13微米或更小、12微米或更小、11微米或更小、10微米或更小、9微米或更小、8微米或更小、7微米或更小、6微米或更小、5微米或更小、4微米或更小、3微米或更小或者2微米或更小)之平均厚度。該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的平均厚度可獨立地介於上述任何最小值至上述任何最大值之範圍內。例如，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者可獨立地具有1微米至50微米(例如，1至25微米、25至50微米、1至10微米、10至20微米、20至30微米、30至40微米、40至50微米、1至45微米、1至40微米、1至30微米、1至20微米、1至15微米、1至5微米、2至50微米、3至50微米、4至50微米、5至50微米、10至50微米、15至50微米、20至50微米、30至50微米、35至50微米、45至50微米、2至45微米、5至45微米或者1至20微米)之平均厚度。

【0115】 該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的聚合物層可獨立地包含任何合適材料。例如，該一或多個金

屬化聚合物集電器中之每一者的聚合物層可獨立地包含聚丙烯、聚乙烯、聚對苯二甲酸乙二酯(PET)、聚萘二甲酸乙二酯(PEN)、聚乙烯醇(PVA)、聚芳醯胺(例如，Kevlar、Nomex)、聚醯胺(例如耐綸)、聚醯亞胺(例如Kapton)、纖維素、其衍生物或其組合。

【0116】 在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的聚合物層可獨立地具有1微米或更大(例如，2微米或更大、3微米或更大、4微米或更大、5微米或更大、6微米或更大、7微米或更大、8微米或更大、9微米或更大、10微米或更大、11微米或更大、12微米或更大、13微米或更大、14微米或更大、15微米或更大、16微米或更大、17微米或更大、18微米或更大、19微米或更大、20微米或更大、25微米或更大、30微米或更大、35微米或更大、40微米或更大或者45微米或更大)之平均厚度。在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者可獨立地具有50微米或更小(例如，45微米或更小、40微米或更小、35微米或更小、30微米或更小、25微米或更小、20微米或更小、19微米或更小、18微米或更小、17微米或更小、16微米或更小、15微米或更小、14微米或更小、13微米或更小、12微米或更小、11微米或更小、10微米或更小、9微米或更小、8微米或更小、7微米或更小、6微米或更小、5微米或更小、4微米或更小、3微米或更小或者2微米或更小)之平均厚度。該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的平均厚度可獨立地介於上述任何最小值至上述

任何最大值之範圍內。例如，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者可獨立地具有1微米至50微米(例如，1至25微米、25至50微米、1至10微米、10至20微米、20至30微米、30至40微米、40至50微米、1至45微米、1至40微米、1至30微米、1至20微米、1至15微米、1至5微米、2至50微米、3至50微米、4至50微米、5至50微米、10至50微米、15至50微米、20至50微米、30至50微米、35至50微米、45至50微米、2至45微米、5至45微米或者1至20微米)之平均厚度。

【0117】 該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第一金屬層可獨立地包含任何合適材料。例如，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第一金屬層可獨立地包含金屬(例如，一或多種純金屬、合金或其組合)。例如，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第一金屬層可獨立地包含選自由以下組成之群的金屬：Li、Be、B、Na、Mg、Al、Si、K、Ca、Sc、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Ga、Ge、As、Rb、Sr、Y、Zr、Nb、Mo、Tc、Ru、Rh、Pd、Ag、Cd、In、Sn、Sb、Te、Cs、Ba、Hf、Ta、W、Re、Os、Ir、Pt、Au、Hg、Tl、Pb、Bi、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb及其組合。在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第一金屬層可獨立地包含Al、Cu、Zn、Sn、Si、Pb、Ti、Li或其組合。

【0118】 在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第一金屬層獨立地具有10奈米或更大(例如，15奈米或更大、20奈米或更大、25奈米或更大、30奈米或更大、35奈米或更大、40奈米或更大、45奈米或更大、50奈米或更大、60奈米或更大、70奈米或更大、80奈米或更大、90奈米或更大、100奈米或更大、125奈米或更大、150奈米或更大、175奈米或更大、200奈米或更大、225奈米或更大、250奈米或更大、300奈米或更大、350奈米或更大、400奈米或更大、450奈米或更大、500奈米或更大、600奈米或更大、700奈米或更大、800奈米或更大、900奈米或更大、1微米或更大、1.25微米或更大、1.5微米或更大、1.75微米或更大、2微米或更大、2.25微米或更大、2.5微米或更大、3微米或更大、3.5微米或更大、4微米或更大或者4.5微米或更大)之平均厚度。在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第一金屬層獨立地具有5微米或更小(例如，4.5微米或更小、4微米或更小、3.5微米或更小、3微米或更小、2.5微米或更小、2.25微米或更小、2微米或更小、1.75微米或更小、1.5微米或更小、1.25微米或更小、1微米或更小、900奈米或更小、800奈米或更小、700奈米或更小、600奈米或更小、500奈米或更小、450奈米或更小、400奈米或更小、350奈米或更小、300奈米或更小、250奈米或更小、225奈米或更小、200奈米或更小、175奈米或更小、150奈米或更小、125奈米或更小、100奈米或更小、90

奈米或更小、80奈米或更小、70奈米或更小、60奈米或更小、50奈米或更小、45奈米或更小、40奈米或更小、35奈米或更小、30奈米或更小、25奈米或更小、20奈米或更小或者15奈米或更小)之平均厚度。該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第一金屬層之平均厚度可獨立地介於上述任何最小值至上述任何最大值之範圍內。例如，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第一金屬層可獨立地具有10奈米至5微米(例如，10 nm至500奈米、500奈米至5微米、10奈米至100奈米、100奈米至1微米、1微米至5微米、10奈米至2.5微米、10奈米至1微米、10奈米至750奈米、10奈米至250奈米、25奈米至5微米、50奈米至5微米、100奈米至5微米、250奈米至5微米、750奈米至5微米、25奈米至4微米、50奈米至2.5微米或者100奈米至1微米)之平均厚度。

【0119】 該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第二金屬層可獨立地包含任何合適材料。例如，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第二金屬層可獨立地包含金屬(例如，一或多種純金屬、合金或其組合)。例如，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第二金屬層可獨立地包含選自由以下組成之群的金屬：Li、Be、B、Na、Mg、Al、Si、K、Ca、Sc、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Ga、Ge、As、Rb、Sr、Y、Zr、Nb、Mo、Tc、Ru、Rh、Pd、Ag、Cd、In、Sn、Sb、Te、Cs、Ba、Hf、Ta、W、Re、Os、Ir、Pt、Au、

Hg、Tl、Pb、Bi、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb及其組合。在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第二金屬層可獨立地包含Al、Cu、Zn、Sn、Si、Pb、Ti、Li或其組合。

【0120】 在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第二金屬層獨立地具有10奈米或更大(例如，15奈米或更大、20奈米或更大、25奈米或更大、30奈米或更大、35奈米或更大、40奈米或更大、45奈米或更大、50奈米或更大、60奈米或更大、70奈米或更大、80奈米或更大、90奈米或更大、100奈米或更大、125奈米或更大、150奈米或更大、175奈米或更大、200奈米或更大、225奈米或更大、250奈米或更大、300奈米或更大、350奈米或更大、400奈米或更大、450奈米或更大、500奈米或更大、600奈米或更大、700奈米或更大、800奈米或更大、900奈米或更大、1微米或更大、1.25微米或更大、1.5微米或更大、1.75微米或更大、2微米或更大、2.25微米或更大、2.5微米或更大、3微米或更大、3.5微米或更大、4微米或更大或者4.5微米或更大)之平均厚度。在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第二金屬層獨立地具有5微米或更小(例如，4.5微米或更小、4微米或更小、3.5微米或更小、3微米或更小、2.5微米或更小、2.25微米或更小、2微米或更小、1.75微米或更小、1.5微米或更小、1.25微米或更小、1微米或更小、

900奈米或更小、800奈米或更小、700奈米或更小、600奈米或更小、500奈米或更小、450奈米或更小、400奈米或更小、350奈米或更小、300奈米或更小、250奈米或更小、225奈米或更小、200奈米或更小、175奈米或更小、150奈米或更小、125奈米或更小、100奈米或更小、90奈米或更小、80奈米或更小、70奈米或更小、60奈米或更小、50奈米或更小、45奈米或更小、40奈米或更小、35奈米或更小、30奈米或更小、25奈米或更小、20奈米或更小或者15奈米或更小)之平均厚度。該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第二金屬層之平均厚度可獨立地介於上述任何最小值至上述任何最大值之範圍內。例如，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第二金屬層可獨立地具有10奈米至5微米(例如，10 nm至500奈米、500奈米至5微米、10奈米至100奈米、100奈米至1微米、1微米至5微米、10奈米至2.5微米、10奈米至1微米、10奈米至750奈米、10奈米至250奈米、25奈米至5微米、50奈米至5微米、100奈米至5微米、250奈米至5微米、750奈米至5微米、25奈米至4微米、50奈米至2.5微米或者100奈米至1微米)之平均厚度。

【0121】 在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的第一金屬層及第二金屬層獨立地為實質上相同的。在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者為實質上相同的。

【0122】 在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器包括具有複數個層之堆疊，該堆疊自頂部表面延伸至底部表面，且其中該傳導材料進一步安置於該複數個層中之每一者的至少一部分之間，使得該複數個層連接在一起。

【0123】 在一些實例中，該堆疊內之前一層及後一層之至少一部分之間存在間隙(例如，在前一層之第二金屬層的至少一部分與後一層之第一金屬層的至少一部分之間存在間隙)。例如，間隙可歸因於紋理處理。

【0124】 在一些實例中，前一層之至少一部分經安置於該堆疊內之後一層上且與該後一層物理接觸(例如，前一層之第二金屬層的至少一部分經安置於後一層之第一金屬層的至少一部分上且與其物理接觸)。

【0125】 在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器包括複數個金屬化聚合物集電器，且該堆疊包括該複數個金屬化聚合物集電器，自第一金屬化聚合物集電器至最後一個金屬化聚合物集電器在彼此上方，使得：前一金屬化聚合物集電器之第二金屬層經安置於後一金屬化聚合物集電器之第一金屬層之上且鄰近該第一金屬層；該第一金屬化聚合物集電器之第一金屬層為該堆疊之頂部表面；且最後一個金屬化聚合物集電器之第二金屬層為該堆疊之底部表面。

【0126】 在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之一或多者的至少一部分進一步包括紋理(例如，使得該部分不平坦)。例如，紋理部分可包括一或多個突起及/或

壓痕。例如，紋理部分可為波紋狀、凹槽狀、脊狀、滾花狀等。

【0127】 在一些實例中，該一或多個金屬化聚合物集電器中之一或多者進一步包括延伸穿過該金屬化聚合物集電器之穿孔(例如，一或多個穿孔)。在一些實例中，該堆疊進一步包括延伸穿過該堆疊、頂部表面及底部表面之穿孔(例如，一或多個穿孔)。

【0128】 在一些實例中，該穿孔至少部分地填充有該傳導材料。

【0129】 接頭及/或經連接材料可例如具有改良之機械及/或電氣特性。

【0130】 在一些實例中，接頭可具有1牛頓(N)或更大(例如，2 N或更大、3 N或更大、4 N或更大、5 N或更大、10 N或更大、15 N或更大、20 N或更大、25 N或更大、30 N或更大、35 N或更大、40 N或更大、45 N或更大、50 N或更大、55 N或更大、60 N或更大、65 N或更大、70 N或更大、75 N或更大、80 N或更大、85 N或更大、90 N或更大或者95 N或更大)之平均機械拉力強度。在一些實例中，接頭可具有100 N或更小(例如，95 N或更小、90 N或更小、85 N或更小、80 N或更小、75 N或更小、70 N或更小、65 N或更小、60 N或更小、55 N或更小、50 N或更小、45 N或更小、40 N或更小、35 N或更小、30 N或更小、25 N或更小、20 N或更小、15 N或更小、10 N或更小、5 N或更小、4 N或更小、3 N或更小或者2

N或更小)之平均機械拉力強度。接頭之平均機械拉力強度可介於上述任何最小值至上述任何最大值之範圍內。例如，接頭可具有1 N至100 N(例如，1 N至50 N、50 N至100 N、1 N至20 N、20 N至40 N、40 N至60 N、60 N至80 N、80 N至100 N、1 N至90 N、1 N至80 N、1 N至70 N、1 N至60 N、1 N至40 N、1 N至30 N、1 N至10 N、1 N至5 N、2 N至100 N、3 N至100 N、4 N至100 N、5 N至100 N、10 N至100 N、20 N至100 N、30 N至100 N、40 N至100 N、60 N至100 N、70 N至100 N、90 N至100 N、2 N至90 N、3 N至75 N、4 N至50 N或者5 N至25 N)之平均機械拉力強度。

【0131】 在一些實例中，接頭可具有0.1牛頓(N)或更大(例如，0.2 N或更大、0.3 N或更大、0.4 N或更大、0.5 N或更大、0.75 N或更大、1 N或更大、1.25 N或更大、1.5 N或更大、1.75 N或更大、2 N或更大、2.5 N或更大、3 N或更大、3.5 N或更大、4 N或更大、4.5 N或更大、5 N或更大、6 N或更大、7 N或更大、8 N或更大、9 N或更大、10 N或更大、11 N或更大、12 N或更大、13 N或更大、14 N或更大、15 N或更大、16 N或更大、17 N或更大、18 N或更大或者19 N或更大)之平均機械剝離強度。在一些實例中，接頭可具有20 N或更小(例如，19 N或更小、18 N或更小、17 N或更小、16 N或更小、15 N或更小、14 N或更小、13 N或更小、12 N或更小、11 N或更小、10 N或更小、9 N或更小、8 N或更小、7

N或更小、6 N或更小、5 N或更小、4.5 N或更小、4 N或更小、3.5 N或更小、3 N或更小、2.5 N或更小、2 N或更小、1.75 N或更小、1.5 N或更小、1.25 N或更小、1 N或更小、0.75 N或更小、0.5 N或更小、0.4 N或更小、0.3 N或更小或者0.2 N或更小)之平均機械剝離強度。接頭之平均機械剝離強度可介於上述任何最小值至上述任何最大值之範圍內。例如，接頭可具有0.1 N至20 N(例如，0.1 N至10 N、10 N至20 N、0.1 N至5 N、5 N至10 N、50 N至15 N、15 N至20 N、0.1 N至15 N、0.1 N至10 N、0.5 N至20 N、1 N至20 N、5 N至20 N, 15 N至20 N、0.5 N至18 N或者1 N至15 N)之平均機械剝離強度。在一些實例中，接頭及/或經連接材料支持1毫安(mA)或更大之電流持續一段時間(例如，2 mA或更大、3 mA或更大、4 mA或更大、5 mA或更大、10 mA或更大、15 mA或更大、20 mA或更大、25 mA或更大、30 mA或更大、35 mA或更大、40 mA或更大、45 mA或更大、50 mA或更大、60 mA或更大、70 mA或更大、80 mA或更大、90 mA或更大、100 mA或更大、125 mA或更大、150 mA或更大、175 mA或更大、200 mA或更大、225 mA或更大、250 mA或更大、300 mA或更大、350 mA或更大、400 mA或更大、450 mA或更大、500 mA或更大、600 mA或更大、700 mA或更大、800 mA或更大、900 mA或更大、1安培(A、Amp)或更大、2 A或更大、3 A或更大、4 A或更大、5 A或更大、10 A

或更大、15 A或更大、20 A或更大、25 A或更大、30 A或更大、35 A或更大、40 A或更大、45 A或更大、50 A或更大、60 A或更大、70 A或更大、80 A或更大或者90 A或更大)。在一些實例中，接頭及/或經連接材料支持100安培(A、Amp)或更小之電流持續一段時間(例如，90 A或更小、80 A或更小、70 A或更小、60 A或更小、50 A或更小、45 A或更小、40 A或更小、35 A或更小、30 A或更小、25 A或更小、20 A或更小、15 A或更小、10 A或更小、5 A或更小、4 A或更小、3 A或更小、2 A或更小、1 A或更小、900 mA或更小、800 mA或更小、700 mA或更小、600 mA或更小、500 mA或更小、450 mA或更小、400 mA或更小、350 mA或更小、300 mA或更小、250 mA或更小、225 mA或更小、200 mA或更小、175 mA或更小、150 mA或更小、125 mA或更小、100 mA或更小、90 mA或更小、80 mA或更小、70 mA或更小、60 mA或更小、50 mA或更小、45 mA或更小、40 mA或更小、35 mA或更小、30 mA或更小、25 mA或更小、20 mA或更小、15 mA或更小、10 mA或更小、5 mA或更小、4 mA或更小、3 mA或更小或者2 mA或更小)。接頭及/或經連接材料支持之電流可介於上述任何最小值至上述任何最大值之範圍內。例如，接頭及/或經連接材料支持1 mA至100 A(例如，1 mA至1 A、1 A至100 A、1 mA至500 mA、500 mA至1 A、1 A至50 A、50 A至100 A、1 mA至75 A、1 mA至50 A、1 mA至25 A、

1 mA至10 A、1 mA至900 mA、1 mA至750 mA、1 mA至250 mA、1 mA至100 mA、5 mA至100 A、10 mA至100 A、25 mA至100 A、50 mA至100 A、75 mA至100 A、100 mA至100 A、250 mA至100 A、500 mA至100 A、750 mA至100 A、5 A至100 A、10 A至100 A、25 A至100 A、75 A至100 A、5 mA至90 A、10 mA至80 A、50 mA至75 A、100 mA至50 A或者250 mA至25 A)之電流。

【0132】 在一些實例中，接頭及/或經連接材料支持該電流之該段時間可為1秒或更長(例如，2秒或更長、3秒或更長、4秒或更長、5秒或更長、10秒或更長、15秒或更長、20秒或更長、25秒或更長、30秒或更長、35秒或更長、40秒或更長、45秒或更長、50秒或更長、55秒或更長、1分鐘或更長、2分鐘或更長、3分鐘或更長、4分鐘或更長、5分鐘或更長、10分鐘或更長、15分鐘或更長、20分鐘或更長、25分鐘或更長、30分鐘或更長、35分鐘或更長、40分鐘或更長、45分鐘或更長、50分鐘或更長、55分鐘或更長、1小時或更長、1.5小時或更長、2小時或更長、2.5小時或更長、3小時或更長、4小時或更長、5小時或更長、6小時或更長、8小時或更長、10小時或更長、12小時或更長、14小時或更長、16小時或更長、18小時或更長、20小時或更長、22小時或更長、1天或更長、1.5天或更長、2天或更長、2.5天或更長、3天或更長、4天或更長、5天或更長、6天或更長、1週或更長、1.5週或更長、2週

或更長、2.5週或更長、3週或更長、3.5週或更長、1個月或更長、1.5個月或更長、2個月或更長、2.5個月或更長、3個月或更長、3.5個月或更長、4個月或更長、5個月或更長、6個月或更長、7個月或更長、8個月或更長、9個月或更長、10個月或更長、11個月或更長、1年或更長、1.5年或更長、2年或更長、2.5年或更長、3年或更長、3.5年或更長、4年或更長、4.5年或更長、5年或更長、6年或更長、7年或更長、8年或更長或者9年或更長)。在一些實例中,接頭及/或經連接材料支持該電流之該段時間可為10年或更短(例如,9年或更短、8年或更短、7年或更短、6年或更短、5年或更短、4.5年或更短、4年或更短、3.5年或更短、3年或更短、2.5年或更短、2年或更短、1.5年或更短、1年或更短、11個月或更短、10個月或更短、9個月或更短、8個月或更短、7個月或更短、6個月或更短、5個月或更短、4個月或更短、3.5個月或更短、3個月或更短、2.5個月或更短、2個月或更短、1.5個月或更短、1個月或更短、3.5週或更短、3週或更短、2.5週或更短、2週或更短、1.5週或更短、1週或更短、6天或更短、5天或更短、4天或更短、3天或更短、2.5天或更短、2天或更短、1.5天或更短、1天或更短、22小時或更短、20小時或更短、18小時或更短、16小時或更短、14小時或更短、12小時或更短、10小時或更短、8小時或更短、6小時或更短、5小時或更短、4小時或更短、3小時或更短、2.5小時或更短、2小時或更短、1.5小時或更短、1小時或更短、55分

鐘或更短、50分鐘或更短、45分鐘或更短、40分鐘或更短、35分鐘或更短、30分鐘或更短、25分鐘或更短、20分鐘或更短、15分鐘或更短、10分鐘或更短、5分鐘或更短、4分鐘或更短、3分鐘或更短、2分鐘或更短、1分鐘或更短、55秒或更短、50秒或更短、45秒或更短、40秒或更短、35秒或更短、30秒或更短、25秒或更短、20秒或更短、15秒或更短、10秒或更短、5秒或更短、4秒或更短、3秒或更短或者2秒或更短)。接頭及/或經連接材料支持該電流之該段時間可介於上述任何最小值至上述任何最大值之範圍內。例如，接頭及/或經連接材料支持該電流之該段時間可為1秒至10年(例如，1秒至1週、1週至10年、1秒至1分鐘、1分鐘至1小時、1小時至1天、1天至1週、1週至1個月、1個月至1年、1年至10年、10秒至10年、1小時至10年、1天至10年、1週至10年、1個月至10年、1年至10年、1秒至5年、1秒至1年、1秒至1個月、1秒至1週、1秒至1天、1秒至1小時、1秒至1分鐘、5秒至5年或者10秒至1年)。

【0133】 在一些實例中，接頭及/或經連接材料支持1毫安(mA)或更大之電流持續1秒或更長之一段時間。在一些實例中，接頭及/或經連接材料支持1 mA至100 A之電流持續1秒至10年之一段時間。

【0134】 在一些實例中，接頭及/或經連接材料具有1歐姆或更小(例如，900毫歐或更小、800毫歐或更小、700毫歐或更小、600毫歐或更小、500毫歐或更小、450毫歐或

更小、400毫歐或更小、350毫歐或更小、300毫歐或更小、250毫歐或更小、225毫歐或更小、200毫歐或更小、175毫歐或更小、150毫歐或更小、125毫歐或更小、100毫歐或更小、90毫歐或更小、80毫歐或更小、70毫歐或更小、60毫歐或更小、50毫歐或更小、45毫歐或更小、40毫歐或更小、35毫歐或更小、30毫歐或更小、25毫歐或更小、20毫歐或更小、15毫歐或更小、10毫歐或更小、5毫歐或更小、4毫歐或更小、3毫歐或更小或者2毫歐或更小)之電阻。在一些實例中，接頭及/或經連接材料具有1毫歐或更大(例如，2毫歐或更大、3毫歐或更大、4毫歐或更大、5毫歐或更大、10毫歐或更大、15毫歐或更大、20毫歐或更大、25毫歐或更大、30毫歐或更大、35毫歐或更大、40毫歐或更大、45毫歐或更大、50毫歐或更大、60毫歐或更大、70毫歐或更大、80毫歐或更大、90毫歐或更大、100毫歐或更大、125毫歐或更大、150毫歐或更大、175毫歐或更大、200毫歐或更大、225毫歐或更大、250毫歐或更大、300毫歐或更大、350毫歐或更大、400毫歐或更大、450毫歐或更大、500毫歐或更大、600毫歐或更大、700毫歐或更大、800毫歐或更大或者900毫歐或更大)之電阻。接頭及/或經連接材料之電阻可介於上述任何最小值至上述任何最大值之範圍內。例如，接頭及/或經連接材料可具有1毫歐至1歐姆(例如，1毫歐至500毫歐、500毫歐至1歐姆、1毫歐至200毫歐、200毫歐至400毫歐、400毫歐至600毫歐、600毫歐至800毫歐、800毫歐至1歐姆、1

毫歐至900毫歐、1毫歐至800毫歐、1毫歐至700毫歐、1毫歐至600毫歐、1毫歐至400毫歐、1毫歐至300毫歐、1毫歐至200毫歐、1毫歐至100毫歐、1毫歐至50毫歐或者1毫歐至10毫歐)之電阻。

【0135】 本文亦揭示製造本文中之任何經連接材料之方法。經連接材料可藉由任何合適方法，諸如本文所揭示之任何方法來製造。

裝置

【0136】 本文亦揭示包括藉由本文所揭示之任何方法製造之接頭及/或經連接材料的裝置。本文亦揭示包括本文所揭示之任何經連接材料之裝置。

【0137】 在一些實例中，該裝置可包括能量儲存裝置、電子裝置或其組合。在一些實例中，該裝置包括電池，諸如鋰離子電池。在一些實例中，該裝置包括電容器或超級電容器。

【0138】 已描述本發明之多個實施例。然而，應理解，在不脫離本發明之精神及範圍的情況下可進行各種修改。因此，其他實施例在以下申請專利範圍之範圍內。

【0139】 以下實例意欲進一步說明本文所述之系統及方法的某些態樣，且不意欲限制申請專利範圍之範圍。

實例

【0140】 下文闡述以下實例以說明根據所揭示之主題之方法及結果。此等實例不意欲包括本文所揭示之主題之所有態樣，而是意欲說明代表性方法及結果。此等實例不意欲

排除熟習此項技術者顯而易知的本發明之等效物及變化形式。

【0141】 已盡力確保數字(例如量、溫度等)之準確性，但應考慮一些誤差及偏差。除非另有指示，否則份為重量份，溫度以℃表示或在環境溫度下，且壓力係處於大氣壓下或接近大氣壓。量測條件存在多種變化形式及組合，例如組分濃度、溫度、壓力以及可用於最佳化所述過程之其他量測範圍及條件。

實例1 –比較實例

【0142】 *背景/前言*。自1991年商業上市以來，由於成本降低及重大技術改良，Li離子電池(LIB)銷量每年已增長15% (K.W. Beard及T.B. Reddy, 「Linden's Handbook of Batteries：第5版。」McGraw-Hill Education, 2019)。截至2017年，Li離子電池為所有個人便攜式電子裝置供電且佔據電池市場份額之60% (K.W. Beard及T.B. Reddy, 「Linden's Handbook of Batteries：第5版。」McGraw-Hill Education, 2019)。另外，隨著汽車製造商及政府放棄化石燃料及內燃機(ICE)，電動車(EV)市場中Li離子電池之使用將繼續快速增長。此外，隨著世界各國轉向基於再生能源之電網，當用電量超過發電量時，短期及長期能量儲存對於提供電力係必要的。Li離子電池儲存為電網能量儲存之一種可能選項 (K.W. Beard及T.B. Reddy, 「Linden's

Handbook of Batteries：第5版。」McGraw-Hill Education, 2019)。

【0143】 Li離子電池由於其相對於其他電池單元/化學品之眾多優勢而在電池市場中佔據主導地位。Li離子電池具有高比能量(275 Wh/kg)、能量密度(730 Wh/L)及比功率(600-3000 W/kg)(K.W. Beard及T.B. Reddy,「Linden's Handbook of Batteries：第5版。」McGraw-Hill Education, 2019)。相比之下，典型鉛酸電池具有分別為30-50 Wh/Kg及70 Wh/L之比能量及能量密度(K.W. Beard及T.B. Reddy,「Linden's Handbook of Batteries：第5版。」McGraw-Hill Education, 2019)。另外，Li離子電池具有優勢，諸如：長循環壽命、大操作溫度範圍、長儲存期限、低自放電率、快速充電能力、高功率放電、無記憶效應以及設計靈活性(圓柱形、稜形電池)(K.W. Beard及T.B. Reddy,「Linden's Handbook of Batteries：第5版。」McGraw-Hill Education, 2019)。

【0144】 相反，Li離子電池之缺點包括初始成本適中、難以獲得活性材料(Li、Co)、高溫下降解、隨時間推移容量損失以及可能發生熱失控事件及電池起火(K.W. Beard及T.B. Reddy,「Linden's Handbook of Batteries：第5版。」McGraw-Hill Education, 2019)。

【0145】 在諸如EV、智慧型手機及電子煙之產品起火後，鋰離子電池起火已成為頭條新聞且受到審查。波音787夢

幻客機內之系統電池起火後，夢幻客機機隊暫時停飛，波音公司估計損失$6億，凸顯了召回及修復電池系統之高昂成本。雖然諸如特斯拉之EV製造商會注意到電池起火比ICE起火更為罕見，但電池起火危險且難以撲滅。實際上，特斯拉自己之指導方針係使EV電池起火自行熄滅，這可耗時長達24小時。

【0146】 鋰離子電池之熱失控可導致起火及劇烈爆炸，可具有多種不同原因及特徵(X. Feng等人，「Energy Storage Materials, 第10卷, 第246-267頁, 2018)。熱失控最常見之特徵為內部短路(ISC)，不過亦存在其他特徵(外部短路、外部熱濫用)。由內部短路引起之能量爆發可起始熱-溫度-反應(HTR)迴路，該迴路為含有個別放熱反應之鏈反應。導致內部短路之濫用條件在圖1中示出。存在四種不同模式之內部短路(M. Brand等人 Journal of Energy Storage, 第12卷, 第45-54頁, 2017)。陽極-陰極內部短路模式為最有可能的，其中發生分離器失效，導致陽極與陰極之間發生內部短路(B. Liu等人, Energy Storage Materials, 第25卷, 第85-112頁, 2020)。三種濫用條件(機械、電氣及熱)可以多種方式，諸如壓碎/穿透(機械)、枝晶刺穿(電氣)及收縮/崩塌(熱)引起分離器失效及內部短路(X. Feng等人，「Energy Storage Materials, 第10卷, 第246-267頁, 2018)。

【0147】 電池由一或多個斷開裝置構建而成以防止熱失控，諸如正溫度係數裝置(PTC)、電流中斷裝置(CID)及

安全通風口(K.W. Beard及T.B. Reddy, 「Linden's Handbook of Batteries：第5版。」McGraw-Hill Education, 2019)。除了斷開裝置以外，其他固有電池安全措施包括材料之開發及修改(X. Feng等人,「Energy Storage Materials, 第10卷, 第246-267頁, 2018)。陽極、陰極、電解質、分離器及集電器(CC)均可進行修改以增加熱失控電阻(X. Feng等人, 「Energy Storage Materials, 第10卷, 第246-267頁, 2018)。

【0148】 一種防止熱失控及電氣隔離內部短路之創新型固有措施係使用金屬化聚合物集電器(MPCC)。當發生內部短路時，短路位置處之能量爆發將瞬間燒毀金屬化聚合物集電器且自短路位置退出，如圖2所示。一旦內部短路經電氣隔離，熱失控之風險即消除，且電池甚至可繼續工作。此技術類似於金屬化薄膜電容器中之「自復」，其中金屬化薄膜電極在發生局部放電時被汽化，從而允許電容器繼續工作，不過電容較低(H. Li等人, Microelectronics Reliability, 第55卷, 第945-951頁, 2015)。

【0149】 Pham等人研究了金屬化聚合物集電器防止用釘子穿透之18650圓柱形Li離子電池的熱失控之有效性(M. Pham等人, Cell Reports Physical Science, 第2卷, 第3期, 2021, 100360)。Pham等人利用總厚度為8微米且金屬厚度為1微米(每側0.5微米)之鋁及銅金屬化聚合物集電器(M. Pham等人, Cell Reports Physical Science, 第2卷, 第3期, 2021, 100360)。所製造之電

池分為四組，具有鋁及銅金屬化聚合物集電器及傳統鋁及銅集電器之不同組合。每組均進行多次釘子穿透測試。具有鋁金屬化聚合物集電器(第1、3組)之電池在六次試驗中之六次中均未經歷熱失控，且甚至在8個月後仍維持大約3.6伏特(M. Pham等人, Cell Reports Physical Science, 第2卷, 第3期, 2021, 100360)。具有傳統鋁箔及銅箔集電器之電池始終會經歷熱失控(M. Pham等人, Cell Reports Physical Science, 第2卷, 第3期, 2021, 100360)。具有銅金屬化聚合物集電器及鋁箔集電器(第2組)之電池在釘子穿透期間亦經歷熱失控(M. Pham等人, Cell Reports Physical Science, 第2卷, 第3期, 2021, 100360)。第2組在釘子穿透期間經歷熱失控，因為釘子橋接了電負極罐及石墨陽極層，從而有效地避開了銅金屬化聚合物集電器可能提供之任何保護(M. Pham等人, Cell Reports Physical Science, 第2卷, 第3期, 2021, 100360)。對於電池外殼與電池經電氣隔離之電池形式，必需進一步測試。

【0150】 除了充當電池中針對熱失控之安全機制以外，金屬化聚合物集電器亦具有額外益處，諸如減少質量及製造成本(M. Pham等人, Cell Reports Physical Science, 第2卷, 第3期, 2021, 100360)。金屬化聚合物集電器之質量減少轉化為電池之更高重力能量密度(M. Pham等人, Cell Reports Physical Science, 第2卷, 第3期, 2021, 100360)。在具有傳統集電器之電池單元

中，集電器佔電池總重量之15-50%（B. Liu等人，Energy Storage Materials，第25卷，第85-112頁，2020）。集電器在電池單元中所佔之重量百分比非常高，因為傳統金屬箔集電器經製造成相對較大厚度，以避免製造期間之材料撕裂（M. Pham等人，Cell Reports Physical Science，第2卷，第3期，2021，100360）。由Pham等人製造之金屬化聚合物集電器電池具有比用傳統集電器製造之電池低2.2 g（5%）的平均質量（不具有不銹鋼外殼之電池可能節省更多重量）（M. Pham等人，Cell Reports Physical Science，第2卷，第3期，2021，100360）。在相似厚度下，Pham等人使用之鋁金屬化聚合物集電器展現與Al集電器可相當之拉伸強度，然而，銅金屬化聚合物集電器具有顯著低於銅集電器之拉伸強度（分別為大約110 $N \cdot m^2$及400 $N \cdot m^2$）（M. Pham等人，Cell Reports Physical Science，第2卷，第3期，2021，100360）。鋁及銅金屬化聚合物集電器之延展性（48%、36.5%）相比鋁及銅集電器（4%、4%）存在極大改良（M. Pham等人，Cell Reports Physical Science，第2卷，第3期，2021，100360）。另外，雖然Pham等人未說明用於金屬化聚合物集電器之特定聚合物，但有可能用更強聚合物（諸如聚芳醯胺）來實現機械特性改良。

【0151】 由於金屬化聚合物集電器上之超薄金屬化層（在Pham等人中為0.5微米），形成具有充足機械及電氣特性之熔核非常困難。為了使金屬化聚合物集電器在厚度方向

上具有傳導性，形成金屬化聚合物集電器之基底的聚合物層必須移位以在金屬化層之間形成接觸。在Li離子電池中，銅陽極集電器必須熔接至耳片(通常為鎳)且鋁陰極集電器亦必須熔接至耳片(通常為鋁)。根據Li離子電池架構，一集電器可熔接至一耳片，或集電器之堆疊可熔接至耳片(K.W. Beard及T.B. Reddy,「Linden's Handbook of Batteries：第5版。」McGraw-Hill Education, 2019)。在圖3所示之圓柱形電池中，陰極及陽極各自具有一耳片(陽極/陰極引線)。為了滿足機械及電氣性能指標，需要考慮新穎且創新性連接方法。

【0152】 接頭之成功可藉由諸如機械強度及電阻/阻抗之性能指標來表徵。除了機械及電氣性能以外，該連接方法亦應為穩健的、具有成本競爭力且可擴展至電池單元製造。

【0153】 *機械連接*。在Li離子電池系統中，有時使用機械連接(或力配合)來形成耳片-耳片或耳片-母線接頭(模塊級)。然而，尚未發現自集電器至耳片接頭(單元級)之機械接頭之實例。存在多種用於產生機械接頭之方法及組態，包括鉚接、螺母及螺栓、流鑽螺釘、鉚釘及自攻螺釘連接(M.F.R. Zwicker等人, Journal of Advanced Joining Processes, 2020, 1, 100017)。機械連接之益處包括易於拆卸及回收、易於維修以及無熱量輸入(M.F.R. Zwicker等人, Journal of Advanced Joining Processes, 2020, 1, 100017)，不過與耳片-耳片接頭(模塊級)相比，易於維修及拆卸在集電器-耳片

接頭(單元級)中不會太有用。機械連接之缺點包括潛在機械損壞、額外重量、高阻力以及零件及勞動成本。在機械接頭中，接觸壓力及材料特性為影響電接觸電阻之關鍵因素(M.F.R. Zwicker等人, Journal of Advanced Joining Processes, 2020, 1, 100017)。諸如塗層及氧化層(尤其鋁)之其他因素亦可產生強烈影響(M.F.R. Zwicker等人, Journal of Advanced Joining Processes, 2020, 1, 100017)。歸因於諸如鬆動及振動之因素，機械接頭易於隨著時間推移而產生阻力增加(M.F.R. Zwicker等人, Journal of Advanced Joining Processes, 2020, 1, 100017)。在具有不同材料之機械接頭中，電偶腐蝕亦可為一個問題。

【0154】 *硬焊/焊接*。如同機械連接，電池應用中之硬焊/焊接通常局限於模塊級接頭(M.F.R. Zwicker等人, Journal of Advanced Joining Processes, 2020, 1, 100017)。然而，當比較黃銅與26650電池接頭之各種連接過程(雷射、電阻、超音波、力配合)時，發現焊接產生最低接觸電阻(M.F.R. Zwicker等人, Journal of Advanced Joining Processes, 2020, 1, 100017)。硬焊/焊接之其他優勢係能夠連接不同材料以及在電子行業中獲得廣泛採用(M.F.R. Zwicker等人, Journal of Advanced Joining Processes, 2020, 1, 100017)。存在大量焊料、焊劑類型及熱量輸入技術。硬焊/焊接之缺點係需要焊接材料/焊劑以及額外過程複雜性(M.F.R.

Zwicker等人，Journal of Advanced Joining Processes, 2020, 1, 100017)。

【0155】 當進行模塊級連接時，焊接材料之溫度不應超過150℃，以避免損壞電池單元(M.F.R. Zwicker等人，Journal of Advanced Joining Processes, 2020, 1, 100017)。在不同材料硬焊/焊接中，金屬間化合物之厚度與連接電阻之間存在直接聯繫(M.F.R. Zwicker等人，Journal of Advanced Joining Processes, 2020, 1, 100017)。適用於電池單元之焊接熱量輸入技術包括烙鐵焊接、感應加熱、電阻焊接、雷射及反應性奈米箔(M. Brand等人 Journal of Energy Storage, 第12卷, 第45-54頁, 2017)。烙鐵焊接更適用於實驗室或原型環境。

【0156】 *超音波金屬熔接*。超音波金屬熔接(UMW)係用於電極箔-耳片熔接之最常見商業連接方法(M. Shahid等人, Materials and Manufacturing Processes, 第34卷, 第1217-1224頁, 2019)。超音波金屬熔接利用振動變幅桿及固定砧座以高壓將零件夾在一起。超音波金屬熔接藉由剪切及破壞表面氧化物、隨後進行塑性變形且形成焊件之新生表面來形成固態焊縫(A. Das等人, World Electric Vehicle Journal, 第9卷, 22, 2018)。超音波金屬熔接通常在20-40 kHz下進行且達到焊件之相應熔融溫度的0.3-0.5之溫度(A. Das等人, World Electric Vehicle Journal, 第9卷, 22, 2018)。變幅桿上之滾花圖案可對接頭品質產生很大影響(M.

Shahid 等人，Materials and Manufacturing Processes，第34卷，第1217-1224頁，2019)。因為超音波金屬熔接為固態過程，故與熔焊相比，在熔接期間中產生較少脆性相(M. Shahid等人，Materials and Manufacturing Processes，第34卷，第1217-1224頁，2019)。超音波金屬熔接可能不適合其中在壓力下振動可能損壞結構完整性之一些應用(稜形電池、端子-母線接頭)(A. Das等人，World Electric Vehicle Journal，第9卷，22，2018)。

【0157】 M. Shahid等人研究了過程參數對使用超音波金屬熔接在鎳耳片(100微米)與兩個銅箔(10微米)之間製得的焊縫之接頭強度之影響(M. Shahid等人，Materials and Manufacturing Processes，第34卷，第1217-1224頁，2019)。研究人員發現，耳片/箔及箔/箔之間的界面在拉伸測試期間表現出相似行為，具有相似絕對強度值(M. Shahid等人，Materials and Manufacturing Processes，第34卷，第1217-1224頁，2019)。另外，發現不同過程參數之失效類型不同，其中界面分離及部分黏附為最主要的失效機制(M. Shahid等人，Materials and Manufacturing Processes，第34卷，第1217-1224頁，2019)。Shahid等人亦發現，由於相對厚度之顯著差異，僅在銅側發生材料變薄(M. Shahid等人，Materials and

Manufacturing Processes, 第34卷, 第1217-1224頁, 2019)。

【0158】 愛迪生熔接研究所(EWI)研究人員探索了Li離子電池系統內之各種接頭及連接技術(Speth. 「Final Report: EWI Project No. 52521GTH.」愛迪生熔接研究所, 2011)。研究人員使用超音波金屬熔接、電阻熔接及雷射熔接評估了箔-耳片接頭。分別地,用銅或鋁箔(10層,25微米)至銅或鋁耳片(125微米)進行超音波金屬熔接箔-耳片熔接(無不同接頭)。他們使用20-kHz轉換器、AmTech Ultraweld L20焊頭以及具有細間距波狀滾花之音極尖端。研究人員發現,箔-耳片接頭比相似耳片-耳片接頭弱,不過其具有可相當之電阻(Speth. 「Final Report: EWI Project No. 52521GTH.」愛迪生熔接研究所, 2011)。最後,研究人員確定,超音波金屬熔接被證明係用於製造箔-耳片連接之最有效過程(與電阻點焊及雷射熔接相比)(Speth. 「Final Report: EWI Project No. 52521GTH.」愛迪生熔接研究所, 2011)。

【0159】 在箔-耳片接頭之超音波金屬熔接的另一項研究中,EWI之Mitch Matheny完成了對三種超音波變幅桿設計特徵之最佳化研究,以產生最佳變幅桿(Matheny, 「Knurl Optimization for Foil-to-Tab Welding in Lithium-ion Battery Cells.」愛迪生熔接研究所, 2015)。具有緊密排列之滾花之傳統變幅桿設計可撕裂薄箔或無法在能量不足的情況下產生焊縫,從而導致狹窄過

程窗口(Matheny,「Knurl Optimization for Foil-to-Tab Welding in Lithium-ion Battery Cells.」愛迪生熔接研究所,2015)。Matheny改變了滾花高度、滾花角度及滾花間距。最終設計產生具有較少箔損壞之更堅固鋁焊縫(Matheny,「Knurl Optimization for Foil-to-Tab Welding in Lithium-ion Battery Cells.」愛迪生熔接研究所,2015)。在銅中,最終設計產生具有可相當之強度、但具有顯著降低之箔損壞及熔接能量的焊縫(Matheny,「Knurl Optimization for Foil-to-Tab Welding in Lithium-ion Battery Cells.」愛迪生熔接研究所,2015)。

【0160】 *電阻點焊*。Li離子電池中之箔-耳片的電阻點焊具有一些固有挑戰,包括鋁及銅之高導熱性及導電性,使得難以形成焊縫(Speth.「Final Report: EWI Project No. 52521GTH.」愛迪生熔接研究所,2011)。此外,鋁表面上之任何牢固結合之氧化物在熔接期間均難以分解(A. Das等人,World Electric Vehicle Journal,第9卷,22,2018)。當熔接鋁及銅時,電極黏連為另一問題(A. Das等人,World Electric Vehicle Journal,第9卷,22,2018)。藉由凸出熔接,有可能產生固態結合(而非燒熔結合)且減少電極黏連,不過增加能量集中凸出可能使製造複雜化。

【0161】 EWI研究人員開發了分別熔接至銅或鋁耳片(125微米)之銅或鋁箔(10層，25微米)的波瓣曲線(電流對熔接時間之過程窗口)(無不同接頭)。他們使用Miyachi IPB-5000A中頻DC電源、180A-EZ系列空氣焊頭以及非指定電極(Speth.「Final Report: EWI Project No. 52521GTH.」Edison Welding Institute, 2011)。當產生銅箔-銅耳片焊縫時，研究人員能夠創建「合理」波瓣曲線(Speth.「Final Report: EWI Project No. 52521GTH.」愛迪生熔接研究所, 2011)。然而，當將鋁箔熔接至鋁耳片時，波瓣曲線極小，指示該過程將具有極低一致性或可重複性(Speth.「Final Report: EWI Project No. 52521GTH.」愛迪生熔接研究所, 2011)。

【0162】 *雷射熔接*。由於可能具有增加之電氣及機械特性，雷射熔接被譽為Li離子電池之箔-耳片接頭的超音波金屬熔接之一種潛在替代方案(A. Das等人, World Electric Vehicle Journal, 第9卷, 22, 2018)。雷射熔接具有多個界面之組件的關鍵之一係確保箔/耳片之良好接觸(A. Das等人, World Electric Vehicle Journal, 第9卷, 22, 2018)。此外，電池箔及耳片材料(銅、鋁)在多種雷射波長下具有高反射率(A. Das等人, World Electric Vehicle Journal, 第9卷, 22, 2018)。

【0163】 EWI之研究人員探索了將銅或鋁箔(10層，25微米)雷射熔接至銅或鋁耳片(125微米)(Speth.「Final Report: EWI Project No. 52521GTH.」愛迪生熔接研究所，2011)。研究人員利用600瓦鐿光纖雷射(1.07 μm波長)，且他們發現直接將箔熔接至耳片一般不成功(耳片在頂部或底部)(Speth.「Final Report: EWI Project No. 52521GTH.」愛迪生熔接研究所，2011)。當直接將箔熔接至耳片時，研究人員發現金屬將「回熔」，從而在各層之間留下間隙(Speth.「Final Report: EWI Project No. 52521GTH.」愛迪生熔接研究所，2011)。EWI研究人員發現，將箔夾在兩個耳片之間為一種更成功技術，但各層之間的間隙仍然存在問題(Speth.「Final Report: EWI Project No. 52521GTH.」愛迪生熔接研究所，2011)。

【0164】 為了改良1 μm波長下之銅雷射熔接，Hess等人利用與其Trumpf盤形雷射(1.03 μm)串聯之綠色雷射(515 nm波長)(A. Hess等人，Physics Procedia，第12卷部分A，第88-94頁，2011)。綠色雷射顯著影響銅合金之IR熔接行為(A. Hess等人，Physics Procedia，第12卷部分A，第88-94頁，2011)。綠色雷射降低IR雷射之穿透閾值且減少在熔接期間出現之熔體噴射量(A. Hess等人，Physics Procedia，第12卷部分A，第88-94頁，2011)。

【0165】 *金屬化聚合物集電器連接*。Ye等人在銅金屬化聚合物集電器之聚合物內包埋阻燃劑磷酸三苯酯，以進一步改良Li離子電池之安全性(Y. Ye等人, Nature Energy, 第5卷, 第786-793頁, 2020)。銅金屬化聚合物集電器具有9微米之總厚度，其中金屬化銅厚度為1微米(兩側均為0.5微米)(Y. Ye等人, Nature Energy, 第5卷, 第786-793頁, 2020)。Ye等人利用12微米銅箔在銅金屬化聚合物集電器與鎳耳片之間進行橋接以形成「令人滿意之」焊縫(Y. Ye等人, Nature Energy, 第5卷, 第786-793頁, 2020)，如如圖4所示。遺憾的是，既未規定熔接方法，亦未規定接頭之機械/電氣特性。

【0166】 *耳片設計/無耳片電池*。儘管Li離子電池由全球超過100家製造商製造(K.W. Beard及T.B. Reddy, 「Linden's Handbook of Batteries：第5版。」McGraw-Hill Education, 2019)，在相同架構之電池之間，設計一般為相同的。在圓柱形電池中，諸如圖3中，通常使用兩個電極耳片，一正極及一負極。在圓柱形電池中，耳片數目及耳片位置可影響電池溫度、性能及安全性(X.-Y. Yao等人, IEEE Access, 第7卷, 第24,082-24,095頁, 2019)。耳片設計對於高功率電池為尤其關鍵的(X.-Y. Yao等人, IEEE Access, 第7卷, 第24,082-24,095頁, 2019)。當圓柱形電池中僅使用兩個耳片時，電子在充電及放電期間必須行進長距離，這導致歐姆電阻及電壓降之增加，以及耳片處之電流密度不均勻

及高溫(X.-Y. Yao等人, IEEE Access, 第7卷, 第24,082-24,095頁, 2019)。不均勻之電流密度將有效地降低能量密度，產生老化梯度(T. Waldmann等人 Journal of Energy Storage, 第5卷, 第163-168頁, 2016)且可能導致過度充電/過度放電情況(X.-Y. Yao等人, IEEE Access, 第7卷, 第24,082-24,095頁, 2019)。Spotnitz等人開發了軟體來模擬在各種耳片位置及集電器厚度下之電流密度(R. Spotnitz等人, ECS Transactions, 第50卷, 第209-218頁, 2013)。研究人員發現，將正耳片之數目增加至兩個，再加上一負耳片，會顯著增加容量及電壓，而耳片數目之進一步增加僅產生邊際效益(R. Spotnitz等人, ECS Transactions, 第50卷, 第209-218頁, 2013)。多個集電器耳片對電流密度之影響在圖4中示出(X.-Y. Yao等人, IEEE Access, 第7卷, 第24,082-24,095頁, 2019)。

【0167】 用於減少電流密度變化、歐姆電阻及溫度之多個耳片之概念可擴展至「無耳片」組態，其中兩個集電器之邊緣充當耳片。除了上述益處以外，無耳片電池亦可能節省材料且簡化製造。一些電池起火與熔接耳片缺陷及毛刺有關(X.-Y. Yao等人, IEEE Access, 第7卷, 第24,082-24,095頁, 2019)。雖然無耳片電池之概念並不新鮮，但Tesla最近因採用無耳片設計之新型電池的專利申請案而成為頭條新聞。Tesla在每個集電器上使用傳導性邊緣條，該邊緣條可切開且折疊以形成與電池端子之連

接(US 2020/0144676 A1)。該專利申請案指出，集電器與電池端子之連接可藉由雷射熔接、超音波熔接或以機械方式(利用壓縮力)製得(US 2020/0144676 A1)。無耳片組態對於金屬化聚合物集電器應用很有意義，因為金屬化聚合物集電器之連接非常困難，且任何可移除金屬化聚合物集電器-耳片接頭之方法均可能為有益的。

【0168】 *金屬化薄膜電容器及金屬接觸層製造*。金屬化薄膜電容器因其良好電氣特徵(諸如低介電損耗以及對溫度及頻率之低依賴性)而廣泛用於現代電子產品中(H. Li等人, Microelectronics Reliability, 第55卷, 第1046-1053頁, 2015)。此外，金屬化薄膜電容器在局部介電質擊穿時呈現「自復」，這類似於金屬化聚合物集電器在內部短路期間之行為(H. Li等人 Microelectronics Reliability, 第55卷, 第945-951頁, 2015)。金屬化薄膜電容器具有5-10微米之間的聚合物厚度(通常為聚丙烯或PET)及數奈米之金屬化(鋁或鋅)(H. Li等人, Microelectronics Reliability, 第55卷, 第1046-1053頁, 2015)。藉由將金屬化薄膜纏繞在心軸周圍以形成圓柱體來構建捲繞式電容器(M.H. El-Husseini等人, Journal of Physics D: Applied Physics, 第36卷, 第2295-2303頁, 2003)。兩個電極薄膜在捲繞期間略微偏移(數毫米)，使得一電極延伸出另一電極之末端(M.H. El-Husseini等人, Journal of Physics D: Applied Physics, 第36卷, 第

2295-2303頁，2003)。最後，在兩個末端噴灑熱金屬(通常為鋅或鋅-錫合金)(稱為schoopage)，以與偏心電極建立電連接(M.H. El-Husseini等人，Journal of Physics D: Applied Physics，第36卷，第2295-2303頁，2003)，如圖5所示。

【0169】 接觸層之品質會直接影響電容器特性，包括電容器之等效串聯電阻(H. Li等人，Microelectronics Reliability，第55卷，第1046-1053頁，2015)。接觸層亦為電容器失效之最關鍵原因之一(H. Li等人，Microelectronics Reliability，第55卷，第1046-1053頁，2015)，因為壽命實驗已顯示出，具有較低等效串聯電阻之金屬化薄膜電容器在高電流脈衝應用中具有較長壽命(H. Li等人，Microelectronics Reliability，第55卷，第1046-1053頁，2015)。峰值電流浪湧脈衝可引起接觸層之快速溫度上升，從而引起熱應力且有時引起電極自復(US 2020/0144676 A1)。Sang Shik Park等人探索了噴灑粒子之形態、尺寸及溫度對金屬化薄膜電容器之電氣特性的影響(S.S. Park等人，Proceedings of the 5th International Conference on Properties and Applications of Dielectric Materials，1997，2，697-700)。研究人員利用鋅作為噴灑材料，其粒子具有不規則形狀，尺寸介於50 mm至80 mm範圍內(S.S. Park等人，Proceedings of the 5th International Conference

on Properties and Applications of Dielectric Materials, 1997, 2, 697-700)。在4巴壓力(相對2、3巴)下噴灑之粒子具有最小粒徑及最密集之沈積，從而導致低等效串聯電阻及耗散因子。金屬化薄膜電容器由於其在材料(金屬化薄膜/聚合物)及架構(圓柱形結構)方面之相似性以及無需將金屬化薄膜熔接至電極耳片之外部連接而引起關注。

【0170】 *連接金屬化聚合物集電器*。與標準箔集電器不同，金屬化聚合物集電器由於其間存在絕緣聚合物而自一金屬表面至另一金屬表面不導電。因此，為了形成電連接，聚合物必須在熔接區域中部分或完全移位。在初始測試中已證明，在不破壞兩側金屬箔之情況下難以使聚合物移位。此外，使聚合物移位可削弱接頭，因為聚合物為金屬化聚合物集電器之主要強度來源。金屬層之厚度可能成為關鍵參數。與將一金屬化聚合物集電器熔接至耳片相比，熔接金屬化聚合物集電器之堆疊亦可能提供額外挑戰。最後，任何過程均必須呈現適當穩健性及可重複性，才能在製造環境中可行。使聚合物移位，接著在堆疊中產生金屬焊縫，可能使穩健過程變得困難，因此可能需要考慮新穎連接方法。

【0171】 隨著材料科學之進步，已證明下一代材料之熔接及連接為技術及社會進步中反復出現之瓶頸。改良能量儲存技術對於放棄化石燃料且減緩地球快速變暖至關重要。增加Li離子電池之能量密度及安全性，同時亦降低成本對

於Li離子電池之實施至關重要，尤其在汽車中。金屬化聚合物集電器已證明其能夠在釘子穿透測試期間防止熱失控及電池起火(M. Pham等人, Cell Reports Physical Science, 第2卷, 第3期, 2021, 100360)。此外，金屬化聚合物集電器需要更少之銅及鋁，從而引起電池單元重量減輕、能量密度改良以及成本降低。然而，如同多種先進複合材料，已證明難以進行金屬化聚合物集電器之熔接。開發用於熔接金屬化聚合物集電器之解決方案可能導致金屬化聚合物集電器之更快採用，這將為Li離子電池技術之另一進步。

【0172】 在集電器與電池耳片之間產生焊縫已為一個棘手的工程化問題，具有機械、電氣及冶金方面之挑戰。金屬化聚合物集電器使聚合物移位/燒蝕成為必需以實現金屬與金屬接觸及全穿透焊縫，進一步加劇了熔接難度。在電阻點焊之情況下，電流甚至不會經過金屬化聚合物集電器，直至聚合物移位且發生金屬與金屬接觸。另外，由兩個或兩個以上薄金屬化層構成之焊核將極薄且可能不具有所需之機械特性。可能必需橋接箔、黏合劑、夾層或填充金屬來形成機械且電氣穩定之接頭。否則，可能需要探索無耳片架構，以消除金屬化聚合物集電器-耳片接頭之必要性。雖然金屬化聚合物集電器之熔接為一個棘手的工程化問題，但已證明連接為這項重要且有影響力之技術之瓶頸，且產生可靠焊縫之能力可能成為電池安全性之突破。

【0173】 在具有多個集電器之典型箔集電器-耳片接頭中，可簡單地將焊劑及銅焊/焊接材料塗覆於每個集電器之間以及最終集電器/耳片之間。然而，由於金屬化聚合物集電器內之電絕緣聚合物，這不會提供導電接頭。理論上，該聚合物可能藉由預連接步驟移位，由此允許金屬與金屬接觸。另一方法將為燒蝕(雷射)重疊之耳片/金屬化聚合物集電器之斷面，且藉由燒蝕區域塗覆焊劑及焊料/銅焊材料，從而允許毛細管作用擴散焊料/銅焊材料且形成充足的接觸面積。另外，可使用衝壓過程在金屬化聚合物集電器中形成表面通道，以促進焊料/銅焊材料之毛細管作用。

【0174】 亦可探索用於銅焊/焊接接頭之無耳片組態。與金屬化薄膜電容器一樣，可經由噴灑(schoopage)將焊劑及液體銅焊/焊接材料塗覆於集電器過度延伸之電池的表面。或者，可藉由氣相沈積將焊料/銅焊材料條預塗覆於集電器，且可使用各種加熱方法來熔化焊料且形成集電器-外部連接接頭。

【0175】 隨著過程參數最佳化及變幅桿滾花圖案最佳化，可測試且分析各種金屬化聚合物集電器耳片接頭之設計。對於圓柱形電池架構，僅需將一或兩個金屬化聚合物集電器連接至一耳片(各自用於正極集電器及負極集電器)。對於堆疊式陽極/陰極架構，可將多個集電器熔接至一或兩個耳片。可測試各種接頭設計，包括頂部耳片、底部耳片、頂部及底部耳片(夾著金屬化聚合物集電器)以及金屬化聚合物集電器與耳片之間之橋接箔。

【0176】 亦可能使用衝壓來創建用於使焊料/銅焊材料流動之通道。

【0177】 可根據多種指標，包括電氣及機械性能來評估接頭。對於電氣性能，可量測電阻抗、電阻及載流能力。可使用阻抗分析儀來量測接頭之電阻抗，作為0.5 Hz至10 kHz頻率之函數。阻抗可用作電池及電池熔接品質之指標(T. Gao等人 Electrochimica Acta, 第363卷, 2020, 137197；Z. Stoynov等人 Journal of Power Sources, 第30卷, 第301-207頁, 1990)。可使用ASTM B539 - 20 -用於量測電連接(靜態接觸)電阻之標準測試方法中所述的方法之一來量測電接觸電阻。最後，可經由接頭傳輸不同電流位準，同時使用紅外線攝影機量測其溫度。其中溫度變得過高或其中金屬化聚合物集電器中之金屬化層燒壞(脫落)之電流位準。對於機械性能，可量測接頭之剝離強度及拉伸強度。除了接頭指標以外，亦可使用其他工具來更好地理解金屬化聚合物集電器接頭之性質以及不同過程/參數之影響。必要時可利用光學顯微術、掃描電子顯微術(SEM)及透射電子顯微術(TEM)來探索熔接界面、聚合物及金屬擠壓流動、熔接缺陷或雜質以及金屬化聚合物集電器接頭之其他態樣。亦可使用電子反向散射繞射(EBSD)來表徵金屬化聚合物集電器接頭之微觀結構。可使用EBSD來鑑定相、晶粒尺寸/形狀以及其他材料特徵。

金屬化聚合物集電器、超音波塑膠熔接、超音波金屬熔接、藉由塑膠熔接使聚合物移位、雷射熔接、電阻熔接之概覽

【0178】 金屬化聚合物薄膜之示意圖在圖7中示出。金屬薄膜(例如，如圖7所示之Al、Cu等)具有約1微米之厚度且聚合物薄膜(例如，PET、Kapton等)具有約6微米之厚度。例示性金屬化聚合物薄膜包括作為金屬之銅薄膜及作為聚合物層之Kapton(可使用Kapton，因為在PET上氣相沈積銅為一個挑戰)。

【0179】 研究數種用於連接金屬化薄膜集電器/耳片之方法，包括超音波熔接(塑膠及金屬)、雷射熔接及電阻熔接。

【0180】 研究超音波塑膠熔接，其藉由使聚合物移位且產生機械聯鎖來連接金屬化薄膜集電器。使用介於2個薄膜至10個薄膜之範圍內的不同量之鋁金屬化聚合物集電器。使用具有40 kHz轉換器、1:1增益增壓器及1:1.5增益扁平變幅桿之Branson 2000ae超音波熔接機。使用兩個不同滾花表面作為砧座來產生局部高壓區域及機械聯鎖。此外，亦使用熱板來加熱砧座。以各種組合使用介於0.1 s-10 s熔接時間、10%-100%振幅、200℃-300℃及15 psi氣缸壓力-60 psi氣缸壓力之範圍內的參數以嘗試產生接頭。使用Fluke 83V萬用電表，使用歐姆計功能來分析接頭之電氣連接。將一探針置於頂部薄膜上且將另一探針置於底部薄膜上，極高(1歐姆+)或無窮大之電阻將指示不存在之電氣連接。在高溶解壓力(55 psi汽缸壓力)下且在移除堆疊中之頂部薄膜後，發現能夠在0.19歐姆下承載3.2

amp之電氣連接。此載流能力可能歸因於高壓下之邊緣折疊。此外，發現使用此方法產生之接頭中不足50%具有任何載流能力，且此方法不利於更大之集電器堆疊。

【0181】 使用以上超音波塑膠熔接過程之測試期間所述之設置及參數進行實驗，試圖擠出單一集電器內之聚合物層，以在單一薄膜內產生金屬與金屬之接觸。理論上，這將允許對薄膜堆疊進行電阻熔接，且可能更容易進行雷射熔接。然而，由於薄膜之縱橫比，擠出聚合物(6微米厚)且使1微米厚之金屬層彼此接觸而不破壞薄膜係極其困難的。此外，這將不可能使用Kapton而非PET作為聚合物基底。又，由於1微米金屬之低機械強度及鋁/銅層之高導電性，不太可能對此類薄膜進行電阻熔接(即使PET已移位)。

【0182】 嘗試使用Branson L20超音波熔接機進行超音波金屬熔接，以將鋁金屬化薄膜集電器連接至0.1mm厚之鋁耳片。使用120 J(能量模式)、70 psi熔接壓力及40微米振幅之參數產生能夠載流之焊縫。使用超音波金屬熔接產生之焊縫具有脆弱的薄膜-薄膜及薄膜-耳片接頭。圖8及圖9中可見焊縫凹陷之橫截面。熔化之塑膠及機械聯鎖很可能提供超音波金屬焊縫之(低)強度，且允許物理接觸及載流。使用Fluke 83V萬用電表，使用歐姆計功能來分析接頭之電氣連接。將一探針置於頂部薄膜上且將另一探針置於耳片上，極高(1歐姆+)或無窮大之電阻指示不良電氣連接。發現在該堆疊中之每一層上，不足50%之焊縫具有電氣連接。即使採用其他過程改良方法(例如，焊縫中之各

層之間的鋁箔)，由於每層之隨機變形及折疊，藉由超音波金屬熔接產生之焊縫不太可能達到可接受之製造產率。

【0183】 對於雷射熔接，使用300瓦Nd:YAG(1064 nm)雷射。該過程僅在耳片及薄膜之堆疊中鑽孔，並產生顯著焊濺物。未產生機械或電氣接頭。

【0184】 電阻熔接不可能在不使PET移位之情況下進行，因為電流將由於PET而不流動。在電阻熔接之前，嘗試用超音波塑膠熔接(熱熔接及冷熔接)來使PET移位。用習知60 Hz電阻點焊機以不同電流位準及熔接力完成電阻熔接。在熔接週期期間，無電流流過金屬化聚合物集電器，指示絕緣聚合物層仍保留。

實例2 - *初始UAS試驗及可行性證明*

【0185】 研究超音波輔助焊接，作為一種不使用腐蝕性焊劑連接金屬化聚合物集電器之方法。當焊接鋁或銅時通常必需焊劑來移除氧化物表面且促進焊料潤濕。然而，由於金屬化聚合物集電器中之金屬層很薄，焊劑僅在整個集電器上燒孔。另外，焊劑可能潛在地引起電池系統之污染。

【0186】 在超音波輔助焊接(UAS)中，超音波壓力在液體中形成蒸氣填充之空腔，當空腔內爆時，該等空腔產生具有高壓(約10^9 N/m^2)之衝擊波及指向流體中之固體表面的噴射流(約500 m/s)(空蝕)。噴射流移除固體表面之氧化物且允許潤濕焊料。超音波輔助焊接可調適焊料層(細晶粒)之結晶行為，從而急劇影響液體焊料/基底金屬界面處之物理-化學相互作用。超音波輔助焊接可在比其他方法更

低之溫度下進行焊接。通常，在超音波輔助焊接中，使焊接接頭之溫度低於焊料熔點且焊料中生成之內部熱量(來自超音波)提供其餘加熱。應用方法：專用超音波烙鐵、超音波焊接槽、縱向超音波(超音波塑膠焊接機)。

【0187】 超音波輔助焊接過程設備包括具有40 kHz轉換器、1:1增益增壓器及1:1.5增益扁平變幅桿之Branson 2000ae超音波熔接機。熱板位於該熔接機之砧座區域上的聚矽氧橡膠墊(其可改良平行性)上。Teflon膠帶覆蓋扁平超音波變幅桿(8 mm × 30 mm)。

【0188】 使用0.1 mm厚之4 mm × 4 mm焊料，在一鋁金屬化聚合物集電器(大約30 mm × 30 mm)上進行初始潤濕測試。使熱板達到大約218℃ (略低於焊料熔點)之溫度。接著，以50%振幅施加超音波持續0.5秒，保持時間為3秒。使用Sn-Ag焊料(熔點220℃)。使用兩個鋁金屬化聚合物集電器。焊料潤濕良好，但施加超音波過久及/或溫度過高，這會破壞金屬化聚合物集電器。

【0189】 將熔接時間減少至0.2 s，成功地在兩個金屬化聚合物集電器之間產生接頭。對連接之金屬化聚合物集電器進行手動剝離測試，這導致焊接界面處之金屬化聚合物集電器失效。難以用覆蓋片進行電氣及/或機械測試，因此進一步測試使用搭接接頭組態。

【0190】 用重疊樣品(8 mm重疊)更容易進行電流失效及拉伸-剪切機械測試。對於此類樣品，使用兩個4 mm × 4 mm焊料片使兩個30 mm × 30 mm集電器結合。

【0191】 對於機械測試，使用拉伸-剪切測試。將一薄膜固定於力轉換器中且手動垂直拉動另一薄膜。對於兩個連接層之測試，峰值力為3.91bf且樣品在焊料與金屬化聚合物集電器之間的界面處失效。

【0192】 藉由將焊接接頭附接至Agilent E3633A DC電源且施加增加之電壓來測試電流失效。當電源呈現6.3 A及2.2 V時，焊接接頭開始熱降解，不過該降解發生在重疊(焊接接頭)區域外部。

【0193】 研究各種方法來創建用於焊料置放及流動之初始通孔，由此允許在全厚度方向上導電。

【0194】 在16-薄膜堆疊上測試研磨機上之滾花工具。對用滾花工具刺穿之薄膜進行超音波輔助焊接(圖10)。用具有40 kHz轉換器、1:1增益增壓器、1:1.5增益扁平變幅桿以及設定於熔接機砧座上之熱板之Branson 2000ae超音波熔接機進行超音波輔助焊接。難以在橫截面中定位焊縫凹陷，但圖12中所示之光學顯微術仍顯示良好潤濕。然而，並非每個界面均顯示良好潤濕(圖11)(200x放大率)。此外，焊接接頭之耳片側幾乎未顯示焊料穿透(圖12)，且耳片-薄膜微弱地結合。可能在耳片上置放額外焊料，以在耳片與薄膜堆疊之間產生更好結合。因為滾花工具依賴於變形而非材料移除，故未創建到達耳片之一致路徑。

【0195】 使用熱烙鐵在鋁金屬化聚合物集電器之32-薄膜堆疊上創建通孔。對用烙鐵刺穿之薄膜進行超音波輔助焊

接，其中材料及方法與上文在滾花工具-超音波輔助焊接(UAS)接頭中所述類似。焊接接頭之光學顯微術顯示，一些層之間之焊料流動性良好，但其他層之間之焊料流動性不良(圖11)。烙鐵(或使用熱打孔之其他非快速方法)為有問題的，因為熔化之塑膠可密封薄膜之間的通道。儘管塑膠熔化，但在一些情況下，在距焊接接頭約6 mm處仍發現焊料(圖13)。超音波輔助焊接(UAS)可有效促進焊料流動。焊料可優先沿著提供低流動阻力之路徑流動。為了使焊料分佈更加平衡，所有層間區域均應提供相似水準之流動阻力。

【0196】 對用焊鐵穿孔之32-薄膜堆疊製備之樣品進行逐層電阻量測(圖14)。用Fluke 83V萬用電表(歐姆計功能)進行逐層電阻分析。將一萬用電表探針置於距焊料通孔5 mm處，將另一探針置於距金屬化聚合物集電器之邊緣5 mm的耳片上，從而在探針之間形成大約25 mm電流路徑。一旦進行了特定層電阻量測，即剝離經量測之薄膜且對每個薄膜重複該過程。因為用歐姆計進行量測而未精確調節探針力及距焊接接頭之距離，故此分析並不意欲提供焊接接頭之電阻，而是意欲發現異常值(高於第三四分位數+(1.5)(四分位數間距)之電阻)，這可能指示與焊接接頭之連接不良。熔化之塑膠堵塞層間通道且因此，多個層具有高電阻(圖14)。根據上文所提出之異常值定義及發現之層電阻，發現四個異常值(>3.15歐姆)。使用此方法製備且手動拉緊之耳片-薄膜接頭在耳片區域中失效(圖15)。

【0197】 增加層間潤濕一致性之可能性係：使用可夾住所需焊接區域之夾具，以防止一些層中之過度焊料擴散(具有優先焊接路徑)且建立壓力以實現一致層間擴散；使用其他方法將通道衝壓至薄膜中及/或編織細焊絲以連接薄膜且接著進行超音波焊接以實現熔化及潤濕。

【0198】 因此，測試用於在集電器之堆疊中產生通孔之衝壓工具。該衝壓工具可以最小物理損壞在薄膜中切孔，這可促進均勻量之焊料在各層之間擴散。直孔網格可增加完全層間潤濕之機會，且在耳片上具有大結合面積。此類衝壓工具可具有多種直徑(諸如3/16”、5/16”、3/8”、7/16”、1/2”)，但該等工具容易變鈍。在超音波輔助焊接之前，一旦形成通孔，即可將銲片置於通孔中。

【0199】 焊接盤/衝孔機接頭之例示性橫截面在圖16中示出(12.5x放大率)。焊料箔厚度為0.2 mm。32個集電體薄膜之堆疊具有0.256 mm之厚度。典型焊接應用係在薄膜堆疊之中間的5 mm直徑盤及在薄膜堆疊之頂部的8 mm直徑盤。焊接盤/衝孔機接頭之光學顯微影像亦在圖17及圖18中示出(200x放大率)。圖16中可見，在彼此上方折疊之薄膜防止層間焊料擴散；潛在解決方案係使用「階梯式」或倒置金字塔形狀(例如，具有增加之直徑及機械擋塊的多孔衝頭)。圖18中可見，大多數薄膜之間存在良好焊料流動。然而，難以使用光學顯微術來驗證一些層之間是否存在焊料；可使用SEM及/或CT掃描更全面地分析/限定焊料及連接之存在。

【0200】 利用光學顯微術及影像分析軟體(Image J)來評估薄膜之間的金屬區域之厚度，且試驗且偵測焊料之存在。每張薄膜在該薄膜之每一側均應有約1微米金屬。因此，理論上，在無有焊料之情況下，在薄膜-薄膜界面處應有2微米金屬。薄膜之影像分析在圖19中示出。

【0201】 在用熱鐵製得的焊料通孔中，與上述彼等量測類似地進行逐層電阻量測。圖20示出使用打孔工具形成之3個樣品的歐姆計電阻逐層(32個薄膜)讀數。比較逐層電阻可見，與烙鐵相比，使用打孔工具改良了接頭一致性。

【0202】 接著，使用夾具來嘗試增加層間潤濕性(圖21)。該夾具係經設計為機械夾，其可將耳片及薄膜固持於其內。頂部夾具有通孔，該通孔略大以允許變幅桿穿過該夾產生接頭，但允許焊料在由該頂部機械夾之內徑停止之前徑向擴散。該夾具可創建「圍阻區」以在焊接區域中建立壓力且防止大量焊料在一些層中擴散至其他層上。為了使夾具工作，夾具、超音波變幅桿及焊料通孔之尺寸需要為正確尺寸(例如，如圖22所示)。此外，該設置具有各種缺點：難以將樣品自夾具中移出，因此焊料在自熱板中移出後仍處於熔融狀態；頂部「帽」理想地將為Teflon或Kapton；且溫度控制比較困難。如圖23中可見，一些樣品由於夾具垂直噴射焊料。

【0203】 接著，研究變幅桿附件之幾何形狀增加層間潤濕之能力。用於超音波鉚接過程之例示性變幅桿附件在圖24

中示出。鉚接變幅桿確實導致焊接接頭之某種形狀(圖25)，但並非以所需方式。

實例3 - *金屬化聚合物集電器與其自身以及Li離子電池耳片之傳導性黏著結合*

【0204】 導電黏合劑亦可應用於金屬化聚合物集電器超音波金屬焊縫，以改良機械及電氣特性。超音波振動亦可幫助黏合劑在薄膜之間穿透及流動，類似於超音波輔助焊接。超音波振動亦幫助快速加熱且固化黏合劑。

【0205】 將銀基導電黏合劑(ECA)(69% Ag薄片及環氧樹脂)應用於金屬化聚合物集電器之8-薄膜厚超音波金屬焊縫，以測試混合黏合劑/超音波金屬熔接接頭。將大約0.07 g導電黏合劑塗覆於四個焊縫，接著將超音波應用於接頭，其中參數為1.5 s熔接時間、18 psi汽缸壓力及80%振幅。接著將接頭連接至Agilent E3633A DC電源以測試其電流失效。因為該電源無法在焊縫之電阻水準下施加恆定電流，故將電壓增加至大約0.1 A電流增加。在每次電流增加時，使焊縫在彼電流水準下停留1 min。四個混合樣品之失效電流分別為0.3 A、0.42 A、1 A及0.42 A，指示接頭不具有牢固電氣連接。混合接頭之橫截面(圖26)顯示各層之間存在少量導電黏合劑穿透。導電黏合劑之成本本身對於許多應用而言為過高的，然而可能存在其中使用導電黏合劑比焊料更理想之某些應用。

實例4 - *焊料浸漬(無超音波)*

【0206】 焊料浸漬係在金屬化聚合物集電器之堆疊之間產生z軸傳導性之另一方法。藉由焊料浸漬，可在薄膜之邊緣處進行全厚度連接，因此不需要通孔。藉由在熱板上熔化SAC305焊料來進行焊接槽測試。焊接槽之影像在圖27中示出。焊接槽需要比焊料熔點(200℃)顯著更高(例如，達80-100℃)之操作溫度。藉由將具有8層薄膜之耳片浸入焊料中(無超音波)來進行測試(圖27)。熱板溫度為320℃。結果示出並無潤濕，且由於高焊料溫度而導致薄膜降解(圖28)。

實例5 – *超音波焊料浸漬*

【0207】 超音波焊料浸漬係將金屬化聚合物集電器與其自身及耳片連接之可行方法，其中超音波促進金屬化集電器/耳片與焊料之間的潤濕及結合。藉由在鋁塊上加工槽來創建超音波焊接槽，該槽容納熔化之焊料且足夠寬以便超音波變幅桿以45°角插入。將該鋁塊設定於熱板頂部以提供加熱。所用之超音波系統係具有1:1增益增壓器之20 kHz Branson DCX電源及定製之矩形鋁變幅桿。超音波焊接槽系統在圖29中示出。超音波焊接槽所用之焊料為Sn-Zn合金且熱板溫度為270℃。

【0208】 藉由將32個金屬化聚合物集電器(25 mm寬度及100 mm長度)夾在兩個0.1 mm厚之鋁耳片(15 mm寬度及75 mm寬度)之間來建構焊料浸漬樣品。利用兩個耳片以便在浸漬期間為堆疊提供剛性。在90%振幅下，可見焊料對薄膜堆疊之顯著黏附。一測試堆疊在浸漬之前稱重

0.155 g且在浸漬15秒之後稱重0.495 g。圖30中可見經浸漬堆疊之橫截面，顯示出顯著焊料黏附。

實例6 – *UMW及混合UMW/UAS接頭*

【0209】 可使用超音波金屬熔接將MPCC連接至耳片，然而在耳片與薄膜之間的接頭並不一致。緊接在UMW之後，耳片可自熔接薄膜上脫落。使用Branson L20超音波熔接機產生32個鋁金屬化聚合物集電器與0.1 mm厚之鋁耳片的超音波金屬焊縫，其中耳片位於砧座側。耳片具有大約15 mm寬度 × 75 mm長度之尺寸。薄膜具有25 mm寬度及100 mm長度之大致尺寸，與耳片具有20 mm重疊。使用550 J（能量模式）、80 psi熔接壓力及72微米振幅之參數產生焊縫。採用上述參數及組態產生21個焊縫。超音波變幅桿為12 mm × 12 mm，具有扁平金字塔滾花圖案。13個焊縫具有與薄膜結合之耳片。對於其他8個焊縫，耳片在熔接後立即自薄膜之堆疊上脫落。

【0210】 用Hewlett Packard 34401A萬用電表之四點探針功能分析混合接頭之逐層電阻。將施加電流之探針夾在耳片之末端及相關薄膜之末端。將一電壓探針置於距焊縫邊緣5 mm處，將另一探針置於耳片上，距金屬化聚合物集電器薄膜堆疊之邊緣5 mm的耳片上。首先，分析最上面之薄膜的電阻，接著將其自堆疊上剝離。另外，在相關薄膜與下方薄膜之間置放絕緣薄膜。當發現三個連續讀數在「靈敏帶」之0.1%內時，萬用電表之讀數保持設定給出電阻值。七個超音波金屬焊縫之逐層電阻量測值在圖31中示

出。在所有7個接頭中，最後5-10個薄膜在嘗試進行分析時脫落，指示最靠近耳片之薄膜的機械結合不良。個別MPCC在超音波金屬焊縫中之平均電阻為0.11歐姆。

【0211】 使用Instron 4468拉伸測試儀，用超音波金屬焊縫及混合接頭進行全堆疊剝離及拉力測試。將50 lbf力轉換器(Omega Engineering)設定於頂部拉伸測試儀緊線器中且連接至收集峰值負載之資料擷取系統。該力轉換器具有連接至機械緊線器之線，以固持相關樣品。測試期間使用之十字頭速度為100 mm/min。對於全堆疊拉力測試，該堆疊中之所有薄膜(32)均由力轉換器緊線器固持，而耳片由底部拉伸測試儀緊線器固持。對於全堆疊剝離測試，耳片中延伸超過熔接區域之部分經固持於力轉換器緊線器中，而薄膜經折疊180°且固持於底部緊線器中。

【0212】 測試三個超音波金屬焊縫之全堆疊拉力及剝離強度。拉動時之峰值負載為：56.5 N、39.1 N及19.6 N。剝離時之峰值負載為1.3 N、0.9 N及0.9 N。對於剝離及拉動兩種情況下之超音波金屬焊縫，失效發生於耳片與薄膜之間的界面處。

【0213】 可藉由在金屬化聚合物集電器超音波金屬焊縫上進行超音波輔助焊接來製得混合超音波金屬熔接(UMW)及超音波輔助焊接(UAS)接頭。使用Branson L20超音波熔接機產生32個鋁金屬化聚合物集電器與0.1 mm厚之鋁耳片的超音波金屬焊縫。耳片具有大約15 mm寬度 × 75 mm長度之尺寸。薄膜具有25 mm寬度及100 mm長度之

大致尺寸，與耳片具有20 mm重疊。使用550 J（能量模式）、80 psi熔接壓力及72微米振幅之參數產生焊縫。超音波變幅桿為12 mm × 12 mm，具有扁平金字塔滾花圖案。製得21個超音波金屬焊縫以便產生混合接頭。在21個超音波金屬焊縫中，14個具有結合至薄膜之堆疊的耳片。對於其他7個焊縫，耳片在熔接後立即自薄膜之堆疊上脫落。

【0214】 用具有40 kHz轉換器、1:1增益增壓器、1:1.5增益扁平變幅桿以及設定於熔接機砧座上之熱板之Branson 2000ae超音波熔接機進行該等混合接頭之超音波輔助焊接。對於超音波輔助焊接，使用0.5秒熔接時間、24 psi汽缸壓力、100%振幅以及217℃之熱板設定點。對於每個混合接頭，使用大約0.1 g扁平SAC305焊接棒。

【0215】 用Hewlett Packard 34401A萬用電表之四點探針功能分析混合接頭之逐層電阻。將施加電流之探針夾在耳片之末端及相關薄膜之末端。將一電壓探針置於距焊縫邊緣5 mm處，將另一探針置於耳片上，距金屬化聚合物集電器薄膜堆疊之邊緣5 mm的耳片上。首先，分析最上面之薄膜的電阻，接著將其自堆疊上剝離。另外，在相關薄膜與下方薄膜之間置放絕緣薄膜。當發現三個連續讀數在「靈敏帶」之0.1%內時，萬用電表之讀數保持設定給出電阻值。9個混合接頭之逐層電阻量測值在圖32中示出。個別MPCC在該等混合接頭中之平均電阻為0.098歐姆。

【0216】 測試三個混合接頭之全堆疊拉力及全堆疊剝離強度。拉動時之峰值負載為：60.5 N、70.7 N及5.3 N。對於三分之二的混合接頭(全堆疊拉力)，失效發生於耳片中。在5.3 N下失效之全堆疊拉力樣品在耳片及薄膜之界面處呈現失效。剝離時之峰值負載為1.8 N、6.7 N及3.6 N。所有三個全堆疊剝離混合樣品在耳片及薄膜之界面處均失效。

【0217】 該等混合接頭之平均個別層電阻比超音波金屬焊縫低0.12歐姆，這可能歸因於焊料穿透。然而，在兩個過程中，超音波金屬焊縫均難以將薄膜之堆疊始終結合至耳片上。另外，超音波金屬熔接步驟(在兩個過程中)需要最大熔接壓力才能將32個薄膜連接至耳片上。在超過32個薄膜之情況下，超音波金屬熔接機無法穿透薄膜堆疊來產生焊縫。

實例7 – 64個薄膜厚接頭之通孔超音波輔助焊接、逐層電阻量測、全堆疊及逐層機械量測

【0218】 當焊料處於高溫但仍為固體時，可藉由啟動變幅桿來形成一致之薄膜-耳片接頭。變幅桿壓縮固體/半固體焊料且使其在薄膜-孔壁上膨脹。高「觸發力」使焊料在超音波施加之前在時間-壓力下快速加熱。觸發力係設定為一旦達到某一氣缸壓力即激活超音波之參數。在本文中，「高觸發力」將為僅略低於氣缸壓力之觸發力，以便使啟動超音波之前的時間-壓力增至最大。

【0219】 樣品由附接至耳片上之64個薄膜A1製備而成。使用打孔工具在樣品中打出單個4 mm通孔。採用相同參數製備12個焊接接頭。在彼等13個樣品中，對11個進行逐層分析，排除了1個(變幅桿表面之Kapton膠帶上黏有過多焊料)，且對1個切開橫截面。

【0220】 用具有40 kHz轉換器、1:1增益增壓器、1:1.5增益扁平變幅桿以及設定於熔接機砧座上之熱板之Branson 2000ae超音波熔接機進行超音波輔助焊接。超音波輔助焊接參數為：0.6秒熔接時間、80%振幅、217℃熱板溫度、底部耳片(熱板)、0.1-0.12 g SAC焊料(用錘子將焊線壓扁至約4 mm直徑，焊料耗材高度為約1-1.5 mm (64個金屬化聚合物集電器薄膜= 0.5 mm))。超音波輔助焊接之變化來源包括：焊料耗材之形狀(高度、重量、通孔安裝、接觸熱耳片之區域)；變幅桿接觸時焊料耗材之溫度(自用鑷子置放焊料至超音波變幅桿啟動之時間)；變幅桿溫度(單獨製得接頭)；焊料與變幅桿上之Kapton的相互作用；通孔切割品質；以及接頭之置放/設置之平行度。

【0221】 用Hewlett Packard 34401A萬用電表之四點探針功能分析混合接頭之逐層電阻。將施加電流之探針夾在耳片之末端及相關薄膜之末端。將一電壓探針置於距焊縫邊緣5 mm處，將另一探針置於耳片上，距金屬化聚合物集電器薄膜堆疊之邊緣5 mm的耳片上。首先，將分析最上面之薄膜的電阻，接著將其自堆疊上剝離。另外，將在相

關薄膜與下方薄膜之間置放絕緣薄膜。當發現三個連續讀數在「靈敏帶」之0.1%內時，萬用電表之讀數保持設定給出電阻值。該等逐層量測之復合結果在圖33中示出。逐層結果指示，64-薄膜厚接頭可始終保持低電阻。薄膜-薄膜電阻相對一致。

【0222】 使用Instron 4468拉伸測試儀，對64-薄膜厚之通孔超音波輔助焊接接頭進行逐層機械測試。將50 lbf力轉換器(Omega Engineering)設定於頂部拉伸測試儀緊線器中且連接至收集峰值負載之資料擷取系統。該力轉換器具有連接至機械緊線器之線，以抓牢相關樣品。測試期間使用之十字頭速度為100 mm/min。對於逐層拉力測試，將單層夾在力轉換器緊線器中且將耳片夾在底部拉伸測試儀緊線器中。分析三個接頭之逐層拉力強度；圖34中可見結果。兩個樣品之平均逐層拉力強度分別為5.30、3.81 N及1.86 N。

【0223】 對於逐層剝離測試，耳片中延伸超過熔接區域之部分經固持於力轉換器緊線器中，而薄膜經折疊180°且固持於底部緊線器中。分析一接頭之逐層剝離強度，圖35中可見結果。一個樣品之平均逐層剝離強度為0.8 N。

【0224】 使用Instron 4468拉伸測試儀，用64-薄膜厚之通孔超音波輔助焊接接頭進行全堆疊剝離及拉力測試。對於拉力及剝離測試兩者，製作兩個樣品集合，一個集合具有80%振幅且另一集合具有100%振幅(所有其他材料及方法與上文在實例6中所述一致)。將50 lbf力轉換器設定

於頂部拉伸測試儀緊線器中且連接至收集峰值負載之資料擷取系統。該力轉換器具有連接至機械緊線器之線，以抓牢相關樣品。測試期間使用之十字頭速度為100 mm/min。對於全堆疊拉力測試，該堆疊中之所有薄膜(64)均由力轉換器緊線器固持，而耳片由底部拉伸測試儀緊線器固持。在80%及100%振幅下之全堆疊拉力測試結果可見於圖36中。在80%振幅下，焊料與耳片之界面處發生失效。在100%振幅下，在較高峰值負載下(與80%振幅相比)，耳片中發生失效。

【0225】 對於全堆疊剝離測試，耳片中延伸超過熔接區域之部分經固持於力轉換器緊線器中，而薄膜經折疊180°且固持於底部緊線器中。在80%及100%振幅下之全堆疊剝離測試結果可見於圖37中。在80%振幅下，焊料與耳片之界面處發生失效。在100%振幅下，在較高峰值負載下(與80%振幅相比)，耳片中發生失效。

實例8 - 用1:1.5增壓器、雙耳片及逐層機械測試對32個薄膜厚接頭進行通孔超音波輔助焊接

【0226】 實例6中之全堆疊機械測試表明，增加振幅可改良通孔超音波輔助焊接接頭之機械特性。然而，利用實例6中所用之增壓器，無法進一步增加振幅。因此，為了研究進一步增加振幅之影響，在此實例中利用1:1.5增壓器。用具有40 kHz轉換器、1:1.5增益增壓器、1:1.5增益扁平變幅桿以及設定於熔接機砧座上之熱板之Branson 2000ae超音波熔接機進行超音波輔助焊接。使用實例6中所述之相

同幾何形狀及方法，將32個鋁金屬化聚合物集電器連接至0.1 mm鋁耳片。

【0227】 產生兩個樣品用於逐層拉力測試。第一樣品(樣品ID 22.1)具有26 psi熔接汽缸壓力、219℃、0.6熔接時間及65%振幅之參數。第二樣品(樣品ID 22.2)具有26 psi熔接汽缸壓力、219℃、0.25熔接時間及95%振幅之參數。逐層剝離測試之結果可見於圖38中。樣品22.1具有10.88之平均層峰值拉力負載，樣品22.2具有10.90 N之平均層峰值拉力負載。當與圖34 (1:1)增壓器所示之逐層拉力測試相比時，藉由改變增壓器增加振幅對峰值拉力負載產生積極影響。

【0228】 產生兩個樣品用於逐層剝離測試。第一樣品(樣品ID 22.3)具有24 psi熔接汽缸壓力、219℃、0.6熔接時間及60%振幅之參數。第二樣品(樣品ID 22.4)具有26 psi熔接汽缸壓力、219℃、0.25熔接時間及95%振幅之參數。逐層剝離測試之結果可見於圖39中。樣品22.3具有1.11之平均層峰值剝離負載，樣品22.4具有2.89 N之平均層峰值剝離負載。當與圖35 (1:1)增壓器所示之逐層剝離測試相比時，藉由改變增壓器增加振幅對峰值剝離負載產生積極影響。

【0229】 除了用1:1.5增壓器增加振幅以外，該薄膜堆疊之頂部及底部兩者的耳片亦可藉由向薄膜施加壓縮力且改變接頭內之應力集中來進一步改良機械特性。使用1:1.5增壓器，製作雙耳片樣品用於逐層機械測試。為了產生在

頂部及底部具有耳片之樣品，將耳片折疊，使得超音波變幅桿將接觸頂部的耳片。

【0230】 產生三個樣品用於逐層拉力測試(1:1.5增壓器、雙耳片)。第一樣品(樣品ID 21.9)具有24 psi熔接汽缸壓力、217℃、0.3 s熔接時間及95%振幅之參數。第二樣品(樣品ID 21.10)具有24 psi熔接汽缸壓力、217℃、0.25 s熔接時間及95%振幅之參數。第三樣品(樣品ID 21.11)具有24 psi熔接汽缸壓力、217℃、0.25 s熔接時間及92%振幅之參數。逐層拉力測試之結果可見於圖40中。樣品21.9、21.10及21.11分別具有13.71 N、15.45 N及12.39 N之平均層峰值拉力負載。

【0231】 產生兩個樣品用於逐層剝離測試(1:1.5增壓器、雙耳片)。第一樣品(樣品ID 21.12)具有26 psi熔接汽缸壓力、219℃、0.27 s熔接時間及95%振幅之參數。第二樣品(樣品ID 21.14)具有26 psi熔接汽缸壓力、219℃、0.6熔接時間及60%振幅之參數。逐層剝離測試之結果可見於圖41中。樣品21.12及21.14分別具有2.51 N及6.3 N之平均層峰值剝離負載。

實例9 - 使用1:1.5增壓器、單耳片以及電阻及拉力強度量測對1個薄膜厚接頭進行通孔超音波輔助焊接

【0232】 亦可使用通孔超音波輔助焊接方法將單一薄膜連接至耳片，諸如在圓柱形電池中。通孔之目的係在金屬化聚合物集電器之兩側與耳片之間產生電氣連接。

【0233】 藉由在鋁金屬化聚合物集電器片(25 mm寬度 × 100 mm長度)上衝壓4 mm直徑通孔且將衝壓薄膜堆疊在具有20 mm重疊之鋁耳片(15 mm寬度 × 75 mm長度)上(通孔在重疊內居中)來製備樣品。使用具有40 kHz轉換器、1:1.5增益增壓器、1:1.5增益扁平變幅桿以及設定於熔接機砧座上之熱板之Branson 2000ae超音波熔接機來施加超音波。用Kapton膠帶覆蓋超音波變幅桿以防止焊料黏連。

【0234】 在變幅桿啟動之前，將焊料耗材(將0.1 g 1/8”直徑Sn-Zn焊線錘扁)置於超音波變幅桿下方之通孔中。熱板讀數溫度為209℃。所用之超音波參數為：30%振幅、1.5秒熔接時間及25 psi熔接壓力。

【0235】 用Hewlett Packard 34401A萬用電表之四點探針功能分析通孔單一薄膜-耳片接頭之電阻。單獨量測金屬化集電器之每一側。將施加電流之探針夾在耳片之末端及相關薄膜之末端。將一電壓探針置於距焊縫邊緣5 mm處，將另一探針置於耳片上，距金屬化聚合物集電器薄膜之邊緣5 mm的耳片上。將絕緣薄膜置於金屬化薄膜之未進行量測之一側與探針之間。電阻在表1中示出，其中薄膜之A側係背離耳片之一側。

表1. 用於1個薄膜厚接頭之通孔超音波輔助焊接的電阻。

樣品	A側(Ω)	B側(Ω)
1	0.030	0.020

2	0.016	0.034
3	0.014	0.017
4	0.033	0.025
5	0.021	0.037

【0236】 藉由在Instron 4468拉伸測試儀中抵靠耳片對薄膜進行拉力測試，對通孔單一薄膜-耳片接頭進行機械測試。將50 lbf.力轉換器(Omega Engineering)設定於頂部拉伸測試儀緊線器中且連接至收集峰值負載之資料擷取系統。該力轉換器具有連接至機械緊線器之線，以抓牢相關樣品。測試期間使用之十字頭速度為100 mm/min。拉力測試之結果在表2中示出。

表2. 用於1個薄膜厚接頭之通孔超音波輔助焊接的機械測試之峰值拉力負載。

樣品	峰值拉力(lbf)
1	3.11
2	4.095
3	3.53
4	1.58
5	2.16

實例10 - 使用1:1.5增壓器、單耳片以及電阻及拉力強度量測對1個薄膜厚接頭進行折疊耳片超音波輔助焊接

【0237】 在單一金屬化聚合物集電器之兩側與耳片之間產生電氣連接之替代方法係將耳片彎曲成U形以接觸薄膜之兩側，且在兩個薄膜-耳片界面處產生超音波焊接接頭。

【0238】 為了產生接頭，將單耳片(15 mm寬度 × 75 mm長度)圍繞平行於長軸之單一鋁金屬化聚合物集電器(25 mm寬度 × 100 mm長度)折疊。用具有40 kHz轉換器、1:1.5增益增壓器、1:1.5增益扁平變幅桿以及設定於熔接機砧座上之熱板之Branson 2000ae超音波熔接機進行1個薄膜厚接頭之超音波輔助焊接。用Kapton膠帶覆蓋超音波變幅桿以防止焊料黏連。

【0239】 在變幅桿啟動之前，將焊料耗材(將0.1 g 1/8”直徑Sn-Zn焊線錘扁)置於耳片與薄膜之間之兩個界面處，在超音波變幅桿下方。熱板讀數溫度為209℃。所用之超音波參數為：30%振幅、1.5秒熔接時間及25 psi熔接壓力。

【0240】 用Hewlett Packard 34401A萬用電表之四點探針功能分析通孔單一薄膜-耳片接頭之電阻。單獨量測金屬化集電器之每一側。將施加電流之探針夾在耳片之末端(該耳片在此處經折疊)及相關薄膜之末端。將一電壓探針置於距焊縫邊緣5 mm處，將另一探針置於耳片上，距金屬化聚合物集電器薄膜之邊緣5 mm的耳片上。將絕緣薄膜置於金屬化薄膜之未進行量測之一側與探針之間。電阻在表3中示出，其中薄膜之A側係背離耳片之一側。

表3. 用於1個薄膜厚接頭之折疊耳片超音波輔助焊接的電阻。

樣品	A側(Ω)	B側(Ω)
1	0.053	0.034
2	0.036	0.046
3	0.054	0.046

【0241】 藉由在Instron 4468拉伸測試儀中抵靠耳片對薄膜進行拉力測試，對折疊耳片單一薄膜-耳片接頭進行機械測試。將50 lbf.力轉換器(Omega Engineering)設定於頂部拉伸測試儀緊線器中且連接至收集峰值負載之資料擷取系統。該力轉換器具有連接至機械緊線器之線，以抓牢相關樣品。測試期間使用之十字頭速度為100 mm/min。拉力測試之結果在表4中示出。

表4. 用於1個薄膜厚接頭之折疊耳片超音波輔助焊接的機械測試之峰值拉力負載。

樣品	峰值拉力(lbf)
1	3.38
2	3.83
3	4.12

實例11 - *用活性焊料將單一薄膜連接至耳片*

【0242】 活性焊料為一種焊料，其含有將與金屬之表面氧化物反應之元素以便提供可與焊料結合之清潔金屬表面

(R. Smith, Welding Journal, 第80卷, 第10期, 2001)。活性元素包括In、Ti、Hf及Zr。活性焊料不需要化學焊劑,因為活性元素充當破壞表面氧化物之焊劑(R. Smith, Welding Journal, 第80卷, 第10期, 2001)。然而,由於熔融焊料表面上形成之氧化物,活性焊料必須受到機械破壞(R. Smith, Welding Journal, 第80卷, 第10期, 2001)。機械破壞之方法包括鋼刷法、abrasion或施加超音波(R. Smith, Welding Journal, 第80卷, 第10期, 2001)。可使用活性焊料將金屬化聚合物集電器與其自身以及耳片連接。有可能將活性焊料用於超音波輔助焊接,這將允許減少振動幅度,且減少因振動幅度過大而造成之損壞。

【0243】 S-bond Technologies購買了活性焊料合金SB220,以便測試使用活性焊料將金屬化聚合物集電器連接至耳片之可行性。SB220以33.3公克鑄錠之形式購得,且使其再熔化以產生小的0.1 g焊料耗材。

【0244】 使用單一鋁金屬化聚合物集電器(25 mm寬度 × 100 mm長度),將其置於0.1 mm厚鋁耳片(15 mm寬度 × 75 mm長度)上,中間有0.1公克活性焊料。將金屬化聚合物集電器及耳片置於溫度為210℃之熱板上,且藉由將金屬化聚合物集電器以小圓圈移動一分鐘來對金屬化聚合物集電器進行機械攪拌。當自熱板上取下金屬化聚合物集電器及耳片且使其冷卻時,在金屬化聚合物集電器與耳片之間可見結合。

例示性態樣

【0245】 鑑於所描述之鋰離子導體及電池(諸如偽固態及全固態電池)以及其製造及使用方法，下文描述本發明之某些更特別描述之態樣。然而，特別敘述之態樣不應被解釋為對含有本文所述之不同或更一般教示的任何不同技術方案具有任何限制效應，或者「特定」態樣以某種方式受到限制，而非其中字面上使用之語言及公式之固有含義。

【0246】 實例1：一種連接方法(例如，一種形成經連接材料之方法)，該方法包括：將一或多個金屬化聚合物集電器置於耳片附近，使得該一或多個金屬化聚合物集電器之至少一部分在重疊區域中與該耳片之至少一部分重疊；將傳導材料置於該重疊區域附近；誘導該傳導材料之流動，使得該傳導材料至少在該重疊區域中在該一或多個金屬化聚合物集電器之該部分與該耳片之該部分之間流動；以及在誘導流動之後，使該傳導材料凝固，由此形成將該一或多個金屬化聚合物集電器連接至該耳片之接頭；其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者獨立地包括：聚合物層，其具有第一表面及與該第一表面相對且間隔開之第二表面；安置於該聚合物層之該第一表面上的第一金屬層；及安置於該聚合物層之該第二表面上的第二金屬層；使得該聚合物層夾在該第一金屬層與該第二金屬層之間且與該第一金屬層及該第二金屬層物理接觸。

【0247】 實例2：本文任何實例、尤其實例1之方法，其中誘導該傳導材料之流動包括施加超音波、施加熱能或其組合。

【0248】 實例3：本文任何實例、尤其實例2之方法，其中誘導流動包括施加超音波。

【0249】 實例4：本文任何實例、尤其實例3之方法，其中該方法進一步包括：將該一或多個聚合物集電器之至少一部分、該耳片之至少一部分以及該傳導材料之至少一部分定位於超音波變幅桿與砧座之間；隨後經由該超音波變幅桿施加超音波持續一段時間，由此誘導該傳導材料之流動；及在該段時間後，停止施加超音波。

【0250】 實例5：本文任何實例、尤其實例4之方法，其中該超音波變幅桿包括滾花變幅桿。

【0251】 實例6：本文任何實例、尤其實例3-5之方法，其中施加超音波持續0.1秒至10秒之一段時間。

【0252】 實例7：本文任何實例、尤其實例3-6之方法，其中以1 μm至50 μm之振幅施加該等超音波。

【0253】 實例8：本文任何實例、尤其實例3-7之方法，其中該方法進一步包括在該超音波施加期間向該一或多個金屬化聚合物集電器之至少一部分施加壓力，其中該壓力為0.1 psi至100 psi。

【0254】 實例9：本文任何實例、尤其實例3-8之方法，其中誘導流動進一步包括在該超音波施加之前及/或同時施加熱能，以便誘導該傳導材料之流動。

【0255】 實例10：本文任何實例、尤其實例2-9之方法，其中該方法進一步包括停止超音波、移除熱能或其組合，由此使該傳導材料凝固。

【0256】 實例11：本文任何實例、尤其實例1-10之方法，該方法進一步包括形成具有複數個包括該一或多個金屬化聚合物集電器之層的堆疊，該堆疊自頂部表面延伸至底部表面，使得：將該一或多個金屬化聚合物集電器置於該耳片上包括將該堆疊置於該耳片上，誘導該傳導材料之流動進一步導致該傳導材料至少部分地在該複數個層中之每一者之間流動，且藉由該方法形成之該接頭進一步將該堆疊之該複數個層連接在一起。

【0257】 實例12：本文任何實例、尤其實例11之方法，其中形成該堆疊包括堆疊及/或折疊該一或多個金屬化聚合物集電器。

【0258】 實例13：本文任何實例、尤其實例11或實例12之方法，其中該一或多個金屬化聚合物集電器包括複數個金屬化聚合物集電器，且形成該堆疊包括將該複數個金屬化聚合物集電器自第一金屬化聚合物集電器至最後一個金屬化聚合物集電器堆疊在彼此上方，使得：前一金屬化聚合物集電器之第二金屬層經安置於後一金屬化聚合物集電器之第一金屬層之上且鄰近該第一金屬層；該第一金屬化聚合物集電器之第一金屬層為該堆疊之該頂部表面；且該最後一個金屬化聚合物集電器之第二金屬層為該堆疊之該底部表面。

【0259】 實例14：本文任何實例、尤其實例11-13之方法，其中該堆疊內之前一層及後一層之至少一部分之間存在間隙。

【0260】 實例15：本文任何實例、尤其實例11-14之方法，其中前一層之至少一部分經安置於該堆疊內之後一層上且與該後一層物理接觸。

【0261】 實例16：本文任何實例、尤其實例1-15之方法，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之一或多者的至少一部分進一步包括紋理(例如，使得該部分不平坦)。

【0262】 實例17：本文任何實例、尤其實例16之方法，該方法進一步包括對該一或多個金屬化聚合物集電器中之一或多者的至少一部分進行紋理處理。

【0263】 實例18：本文任何實例、尤其實例1-17之方法，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之一或多者進一步包括延伸穿過該金屬化聚合物集電器之穿孔(例如，一或多個穿孔)。

【0264】 實例19：本文任何實例、尤其實例11-17之方法，其中該堆疊進一步包括延伸穿過該堆疊、該頂部表面及該底部表面之穿孔(例如，一或多個穿孔)。

【0265】 實例20：本文任何實例、尤其實例18或實例19之方法，該方法進一步包括產生該穿孔。

【0266】 實例21：本文任何實例、尤其實例20之方法，其中產生該穿孔包括使用衝壓工具、雷射、超音波熔接、化學蝕刻或其組合。

【0267】 實例22：本文任何實例、尤其實例18-21之方法，其中誘導該傳導材料之流動進一步導致該傳導材料至少部分地流動通過該穿孔。

【0268】 實例23：本文任何實例、尤其實例1-22之方法，其中金屬化聚合物集電器之總數為1至1000。

【0269】 實例24：本文任何實例、尤其實例1-23之方法，其中金屬化聚合物集電器之總數為3個或更多、8個或更多、16個或更多、32個或更多或64個或更多。

【0270】 實例25：本文任何實例、尤其實例1-24之方法，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者獨立地具有1微米至50微米之平均厚度。

【0271】 實例26：本文任何實例、尤其實例1-25之方法，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的該聚合物層獨立地具有1微米至50微米之平均厚度。

【0272】 實例27：本文任何實例、尤其實例1-26之方法，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的該聚合物層獨立地包含聚丙烯、聚乙烯、聚對苯二甲酸乙二酯(PET)、聚萘二甲酸乙二酯(PEN)、聚乙烯醇(PVA)、聚芳醯胺(例如，Kevlar、Nomex)、聚醯胺(例如耐綸)、聚醯亞胺(例如Kapton)、其衍生物或其組合。

【0273】 實例28：本文任何實例、尤其實例1-27之方法，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的該第一金屬層獨立地具有10奈米至5微米之平均厚度。

【0274】 實例29：本文任何實例、尤其實例1-28之方法，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的該第一金屬層獨立地包含Al、Cu、Zn、Sn、Si、Pb、Ti、Li或其組合。

【0275】 實例30：本文任何實例、尤其實例1-29之方法，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的該第二金屬層獨立地具有10奈米至5微米之平均厚度。

【0276】 實例31：本文任何實例、尤其實例1-30之方法，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的該第二金屬層獨立地包含Al、Cu、Zn、Sn、Si、Pb、Ti、Li或其組合。

【0277】 實例32：本文任何實例、尤其實例1-31之方法，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的該第一金屬層及該第二金屬層獨立地為實質上相同的。

【0278】 實例33：本文任何實例、尤其實例1-32之方法，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者為實質上相同的。

【0279】 實例34：本文任何實例、尤其實例1-33之方法，其中該傳導材料包含焊接材料。

【0280】 實例35：本文任何實例、尤其實例34之方法，其中該方法包括超音波輔助焊接。

【0281】 實例36：本文任何實例、尤其實例34或實例35之方法，其中該方法包括無焊劑超音波輔助焊接。

【0282】 實例37：本文任何實例、尤其實例1-36之方法，其中該傳導材料包含導電黏合劑。

【0283】 實例38：本文任何實例、尤其實例37之方法，其中將該傳導材料置於該重疊區域附近包括用該導電黏合劑塗佈該一或多個金屬化聚合物集電器之至少一部分、該耳片之至少一部分或其組合。

【0284】 實例39：本文任何實例、尤其實例37或實例38之方法，其中該導電黏合劑包含黏合劑及複數個導電粒子。

【0285】 實例40：本文任何實例、尤其實例37-39之方法，其中該導電黏合劑包含導電聚合物。

【0286】 實例41：本文任何實例、尤其實例1-40之方法，其中該接頭及/或該經連接材料相對於藉由不同方法製造之接頭及/或經連接材料具有改良之機械及/或電氣特性。

【0287】 實例42：本文任何實例、尤其實例1-41之方法，其中該接頭具有1牛頓(N)至100 N之平均機械拉力強度、0.1 N至20 N之平均機械剝離強度或其組合。

【0288】 實例43：本文任何實例、尤其實例1-42之方法，其中該接頭及/或該經連接材料支持1毫安(mA)或更大之電流持續1秒或更長之一段時間。

【0289】 實例44：本文任何實例、尤其實例1-43之方法，其中該接頭及/或該經連接材料具有1歐姆或更小之電阻。

【0290】 實例45：一種裝置，該裝置包括藉由本文任何實例、尤其實例1-44之方法製造之該接頭及/或經連接材料。

【0291】 實例46：本文任何實例、尤其實例45之裝置，其中該裝置包括能量儲存裝置、電子裝置或其組合。

【0292】 實例47：本文任何實例、尤其實例45或實例46之裝置，其中該裝置包括電池、電容器或超級電容器。

【0293】 實例48：本文任何實例、尤其實例45-47之裝置，其中該裝置包括鋰離子電池。

【0294】 實例49：一種藉由本文任何實例、尤其實例1-44之方法製造之經連接材料。

【0295】 實例50：一種經連接材料，該經連接材料包括：一或多個金屬化聚合物集電器、耳片及傳導材料；其中該一或多個金屬化聚合物集電器經由接頭連接至該耳片；其中該接頭包含傳導材料；其中該接頭之至少一部分夾在該耳片與該一或多個金屬化集電器之間；且其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者獨立地包括：聚合物層，其具有第一表面及與該第一表面相對且間隔開之第二表面；安置於該聚合物層之該第一表面上的第一金屬層；及安置於該聚合物層之該第二表面上的第二金屬層；使得該聚合物層夾在該第一金屬層與該第二金屬層之間且與該第一金屬層及該第二金屬層物理接觸。

【0296】 實例51：本文任何實例、尤其實例50之經連接材料，其中該傳導材料與該耳片及/或該一或多個金屬化集電器並非相同材料。

【0297】 實例52：本文任何實例、尤其實例50或實例51之經連接材料，其中該一或多個金屬化集電器包括具有複

數個層之堆疊，該堆疊自頂部表面延伸至底部表面，且其中該傳導材料進一步安置於該複數個層中之每一者的至少一部分之間，使得該複數個層連接在一起。

【0298】 實例53：本文任何實例、尤其實例52之經連接材料，其中該堆疊內之前一層及後一層之至少一部分之間存在間隙。

【0299】 實例54：本文任何實例、尤其實例52或實例53之經連接材料，其中前一層之至少一部分經安置於該堆疊內之後一層上且與該後一層物理接觸。

【0300】 實例55：本文任何實例、尤其實例50-54之經連接材料，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之一或多者的至少一部分進一步包括紋理(例如，使得該部分不平坦)。

【0301】 實例56：本文任何實例、尤其實例50-55之經連接材料，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之一或多者進一步包括延伸穿過該金屬化聚合物集電器之穿孔(例如，一或多個穿孔)。

【0302】 實例57：本文任何實例、尤其實例52-56之經連接材料，其中該堆疊進一步包括延伸穿過該堆疊、該頂部表面及該底部表面之穿孔(例如，一或多個穿孔)。

【0303】 實例58：本文任何實例、尤其實例56或實例57之經連接材料，其中該穿孔至少部分地填充有該傳導材料。

【0304】 實例59：本文任何實例、尤其實例50-58之經連接材料，其中金屬化聚合物集電器之總數為1至1000。

【0305】 實例60：本文任何實例、尤其實例50-59之經連接材料，其中金屬化聚合物集電器之總數為3個或更多、8個或更多、16個或更多、32個或更多或64個或更多。

【0306】 實例61：本文任何實例、尤其實例50-60之經連接材料，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者獨立地具有1微米至50微米之平均厚度。

【0307】 實例62：本文任何實例、尤其實例50-61之經連接材料，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的該聚合物層獨立地具有1微米至50微米之平均厚度。

【0308】 實例63：本文任何實例、尤其實例50-62之經連接材料，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的該聚合物層獨立地包含聚丙烯、聚乙烯、聚對苯二甲酸乙二酯(PET)、聚萘二甲酸乙二酯(PEN)、聚乙烯醇(PVA)、聚芳醯胺(例如，Kevlar、Nomex)、聚醯胺(例如耐綸)、聚醯亞胺(例如Kapton)、其衍生物或其組合。

【0309】 實例64：本文任何實例、尤其實例50-63之經連接材料，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的該第一金屬層獨立地具有10奈米至5微米之平均厚度。

【0310】 實例65：本文任何實例、尤其實例50-64之經連接材料，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的該第一金屬層獨立地包含Al、Cu、Zn、Sn、Si、Pb、Ti、Li或其組合。

【0311】 實例66：本文任何實例、尤其實例50-65之經連接材料，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的該第二金屬層獨立地具有10奈米至5微米之平均厚度。

【0312】 實例67：本文任何實例、尤其實例50-66之經連接材料，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的該第二金屬層獨立地包含Al、Cu、Zn、Sn、Si、Pb、Ti、Li或其組合。

【0313】 實例68：本文任何實例、尤其實例50-67之經連接材料，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的該第一金屬層及該第二金屬層獨立地為實質上相同的。

【0314】 實例69：本文任何實例、尤其實例50-68之經連接材料，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者為實質上相同的。

【0315】 實例70：本文任何實例、尤其實例50-69之經連接材料，其中該傳導材料包含焊接材料。

【0316】 實例71：本文任何實例、尤其實例50-70之經連接材料，其中該傳導材料包含導電黏合劑。

【0317】 實例72：本文任何實例、尤其實例71之經連接材料，其中該導電黏合劑包含黏合劑及複數個導電粒子。

【0318】 實例73：本文任何實例、尤其實例71或實例72之經連接材料，其中該導電黏合劑包含導電聚合物。

【0319】 實例74：本文任何實例、尤其實例50-73之經連接材料，其中該接頭及/或該經連接材料具有改良之機械及/或電氣特性。

【0320】 實例75：本文任何實例、尤其實例50-74之經連接材料，其中該接頭具有1牛頓(N)至100 N之平均機械拉力強度、0.1 N至20 N之平均機械剝離強度或其組合。

【0321】 實例76：本文任何實例、尤其實例50-75之經連接材料，其中該接頭及/或該經連接材料支持1毫安(mA)或更大之電流持續1秒或更長之一段時間。

【0322】 實例77：本文任何實例、尤其實例50-76之經連接材料，其中該接頭及/或該經連接材料具有1歐姆或更小之電阻。

【0323】 實例78：一種製造本文任何實例、尤其實例50-77之經連接材料的方法，該方法包括本文任何實例、尤其實例1-44之方法。

【0324】 實例79：一種裝置，該裝置包括本文任何實例、尤其實例50-77之經連接材料。

【0325】 實例80：本文任何實例、尤其實例79之裝置，其中該裝置包括能量儲存裝置、電子裝置或其組合。

【0326】 實例81：本文任何實例、尤其實例79或實例80之裝置，其中該裝置包括電池、電容器或超級電容器。

【0327】 實例82：本文任何實例、尤其實例79-81之裝置，其中該裝置包括鋰離子電池。

【0328】 本發明所固有之其他明顯優點對於熟習此項技術者將為顯而易知的。應理解，某些特徵及子組合為有用的且可在不參考其他特徵及子組合之情況下採用。這為申請專利範圍所預期的且在申請專利範圍之範圍內。由於在不

脫離本發明之範圍的情況下可產生本發明之許多可能實施例，應理解，本文中所闡述或附圖中示出之所有內容均應解釋為說明性的而非呈限制性含義。

【0329】 隨附申請專利範圍之方法、組合物及裝置的範圍不受本文所述之特定方法、組合物及裝置限制，該等特定方法、組合物及裝置意欲作為申請專利範圍之一些態樣的說明且功能上相等之任何方法、組合物或裝置意欲屬於申請專利範圍之範圍內。該等方法、組合物及裝置之各種修改以及本文所示及所述之彼等意欲屬於隨附申請專利範圍之範圍內。此外，雖然僅特定描述本文所揭示之某些代表性方法步驟，但該等方法步驟之其他組合亦意欲屬於隨附申請專利範圍之範圍內，即使未特定地敘述。因此，可在本文中明確提及或較少提及步驟、要素、組分或成分之組合，然而，亦包括步驟、要素、組分及成分之其他組合，即使未明確陳述。

【符號說明】

【0330】

無

【生物材料寄存】

國內寄存資訊(請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

國外寄存資訊(請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)

無

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種連接方法(例如，一種形成經連接材料之方法)，該方法包括：

將一或多個金屬化聚合物集電器置於耳片附近，使得該一或多個金屬化聚合物集電器之至少一部分在重疊區域中與該耳片之至少一部分重疊；

將傳導材料置於該重疊區域附近；

誘導該傳導材料之流動，使得該傳導材料至少在該重疊區域中在該一或多個金屬化聚合物集電器之該部分與該耳片之該部分之間流動；以及

在誘導流動之後，使該傳導材料凝固，由此形成將該一或多個金屬化聚合物集電器連接至該耳片之接頭；

其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者獨立地包括：

聚合物層，其具有第一表面及與該第一表面相對且間隔開之第二表面；

安置於該聚合物層之該第一表面上的第一金屬層；及

安置於該聚合物層之該第二表面上的第二金屬層；

使得該聚合物層夾在該第一金屬層與該第二金屬層之間且與該第一金屬層及該第二金屬層物理接觸。

【請求項2】 如請求項1之方法，其中誘導該傳導材料之流動包括施加超音波、施加熱能或其組合。

【請求項3】 如請求項2之方法，其中誘導流動包括施加超音波。

【請求項4】 如請求項3之方法，其中該方法進一步包括：

將該一或多個聚合物集電器之至少一部分、該耳片之至少一部分以及該傳導材料之至少一部分定位於超音波變幅桿與砧座之間；

隨後經由該超音波變幅桿施加超音波持續一段時間，由此誘導該傳導材料之流動；及

在該段時間後，停止施加超音波。

【請求項5】 如請求項4之方法，其中該超音波變幅桿包括滾花變幅桿。

【請求項6】 如請求項3之方法，其中施加超音波持續0.1秒至10秒之一段時間。

【請求項7】 如請求項3之方法，其中以1 μm至50 μm之振幅施加該等超音波。

【請求項8】 如請求項3之方法，其中該方法進一步包括在該超音波施加期間向該一或多個金屬化聚合物集電器之至少一部分施加壓力，其中該壓力為0.1 psi至100 psi。

【請求項9】 如請求項3之方法，其中誘導流動進一步包括在該超音波施加之前及/或同時施加熱能，以便誘導該傳導材料之流動。

【請求項10】如請求項2之方法，其中該方法進一步包括停止超音波、移除熱能或其組合，由此使該傳導材料凝固。

【請求項11】如請求項1之方法，該方法進一步包括形成具有複數個包括該一或多個金屬化聚合物集電器之層的堆疊，該堆疊自頂部表面延伸至底部表面，使得：

將該一或多個金屬化聚合物集電器置於該耳片上包括將該堆疊置於該耳片上，

誘導該傳導材料之流動進一步導致該傳導材料至少部分地在該複數個層中之每一者之間流動，

且藉由該方法形成之該接頭進一步將該堆疊之該複數個層連接在一起。

【請求項12】如請求項11之方法，其中形成該堆疊包括堆疊及/或折疊該一或多個金屬化聚合物集電器。

【請求項13】如請求項11之方法，其中該一或多個金屬化聚合物集電器包括複數個金屬化聚合物集電器，且形成該堆疊包括將該複數個金屬化聚合物集電器自第一金屬化聚合物集電器至最後一個金屬化聚合物集電器堆疊在彼此上方，使得：前一金屬化聚合物集電器之該第二金屬層經安置於後一金屬化聚合物集電器之該第一金屬層之上且鄰近該第一金屬層；該第一金屬化聚合物集電器之該第一金屬層為該堆疊之該頂部表面；且該最後一個金屬化聚合物集電器之該第二金屬層為該堆疊之該底部表面。

【請求項14】如請求項11之方法，其中該堆疊內之前一層及後一層之至少一部分之間存在間隙。

【請求項15】如請求項11之方法，其中前一層之至少一

部分經安置於該堆疊內之後一層上且與該後一層物理接觸。

【請求項16】如請求項1之方法，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之一或多者的至少一部分進一步包括紋理(例如，使得該部分不平坦)。

【請求項17】如請求項16之方法，該方法進一步包括對該一或多個金屬化聚合物集電器中之一或多者的至少一部分進行紋理處理。

【請求項18】如請求項1之方法，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之一或多者進一步包括延伸穿過該金屬化聚合物集電器之穿孔(例如，一或多個穿孔)。

【請求項19】如請求項11之方法，其中該堆疊進一步包括延伸穿過該堆疊、該頂部表面及該底部表面之穿孔(例如，一或多個穿孔)。

【請求項20】如請求項18之方法，該方法進一步包括產生該穿孔。

【請求項21】如請求項20之方法，其中產生該穿孔包括使用衝壓工具、雷射、超音波熔接、化學蝕刻或其組合。

【請求項22】如請求項18之方法，其中誘導該傳導材料之流動進一步導致該傳導材料至少部分地流動通過該穿孔。

【請求項23】如請求項1之方法，其中金屬化聚合物集電器之總數為1至1000。

【請求項24】如請求項1之方法，其中金屬化聚合物集電

器之總數為3個或更多、8個或更多、16個或更多、32個或更多或64個或更多。

【請求項25】如請求項1之方法，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者獨立地具有1微米至50微米之平均厚度。

【請求項26】如請求項1之方法，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的該聚合物層獨立地具有1微米至50微米之平均厚度。

【請求項27】如請求項1之方法，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的該聚合物層獨立地包含聚丙烯、聚乙烯、聚對苯二甲酸乙二酯(PET)、聚萘二甲酸乙二酯(PEN)、聚乙烯醇(PVA)、聚芳醯胺(例如，Kevlar、Nomex)、聚醯胺(例如耐綸)、聚醯亞胺(例如Kapton)、其衍生物或其組合。

【請求項28】如請求項1之方法，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的該第一金屬層獨立地具有10奈米至5微米之平均厚度。

【請求項29】如請求項1之方法，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的該第一金屬層獨立地包含Al、Cu、Zn、Sn、Si、Pb、Ti、Li或其組合。

【請求項30】如請求項1之方法，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的該第二金屬層獨立地具有10奈米至5微米之平均厚度。

【請求項31】如請求項1之方法，其中該一或多個金屬化

聚合物集電器中之每一者的該第二金屬層獨立地包含Al、Cu、Zn、Sn、Si、Pb、Ti、Li或其組合。

【請求項32】如請求項1之方法，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的該第一金屬層及該第二金屬層獨立地為實質上相同的。

【請求項33】如請求項1之方法，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者為實質上相同的。

【請求項34】如請求項1之方法，其中該傳導材料包含焊接材料。

【請求項35】如請求項34之方法，其中該方法包括超音波輔助焊接。

【請求項36】如請求項34之方法，其中該方法包括無焊劑超音波輔助焊接。

【請求項37】如請求項1之方法，其中該傳導材料包含導電黏合劑。

【請求項38】如請求項37之方法，其中將該傳導材料置於該重疊區域附近包括用該導電黏合劑塗佈該一或多個金屬化聚合物集電器之至少一部分、該耳片之至少一部分或其組合。

【請求項39】如請求項37之方法，其中該導電黏合劑包含黏合劑及複數個導電粒子。

【請求項40】如請求項37之方法，其中該導電黏合劑包含導電聚合物。

【請求項41】如請求項1之方法，其中該接頭及/或該經

連接材料相對於藉由不同方法製造之接頭及/或經連接材料具有改良之機械及/或電氣特性。

【請求項42】如請求項1之方法，其中該接頭具有1牛頓(N)至100 N之平均機械拉力強度、0.1 N至20 N之平均機械剝離強度或其組合。

【請求項43】如請求項1之方法，其中該接頭及/或該經連接材料支持1毫安(mA)或更大之電流持續1秒或更長之一段時間。

【請求項44】如請求項1之方法，其中該接頭及/或該經連接材料具有1歐姆或更小之電阻。

【請求項45】一種裝置，該裝置包括藉由如請求項1至44中任一項之方法製造之該接頭及/或經連接材料。

【請求項46】如請求項45之裝置，其中該裝置包括能量儲存裝置、電子裝置或其組合。

【請求項47】如請求項45之裝置，其中該裝置包括電池、電容器或超級電容器。

【請求項48】如請求項45之裝置，其中該裝置包括鋰離子電池。

【請求項49】一種藉由如請求項1至44中任一項之方法製造之經連接材料。

【請求項50】一種經連接材料，該經連接材料包括：

一或多個金屬化聚合物集電器、耳片及傳導材料；

其中該一或多個金屬化聚合物集電器經由接頭連接至該耳片；

其中該接頭包含傳導材料；

其中該接頭之至少一部分夾在該耳片與該一或多個金屬化集電器之間；且

其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者獨立地包括：

聚合物層，其具有第一表面及與該第一表面相對且間隔開之第二表面；

安置於該聚合物層之該第一表面上的第一金屬層；及

安置於該聚合物層之該第二表面上的第二金屬層；

使得該聚合物層夾在該第一金屬層與該第二金屬層之間且與該第一金屬層及該第二金屬層物理接觸。

【請求項51】如請求項50之經連接材料，其中該傳導材料與該耳片及/或該一或多個金屬化集電器並非相同材料。

【請求項52】如請求項50之經連接材料，其中該一或多個金屬化集電器包括具有複數個層之堆疊，該堆疊自頂部表面延伸至底部表面，且其中該傳導材料進一步安置於該複數個層中之每一者的至少一部分之間，使得該複數個層連接在一起。

【請求項53】如請求項52之經連接材料，其中該堆疊內之前一層及後一層之至少一部分之間存在間隙。

【請求項54】如請求項52之經連接材料，其中前一層之至少一部分經安置於該堆疊內之後一層上且與該後一層物理接觸。

【請求項55】如請求項50之經連接材料，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之一或多者的至少一部分進一步包括紋理(例如，使得該部分不平坦)。

【請求項56】如請求項50之經連接材料，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之一或多者進一步包括延伸穿過該金屬化聚合物集電器之穿孔(例如，一或多個穿孔)。

【請求項57】如請求項52之經連接材料，其中該堆疊進一步包括延伸穿過該堆疊、該頂部表面及該底部表面之穿孔(例如，一或多個穿孔)。

【請求項58】如請求項56之經連接材料，其中該穿孔至少部分地填充有該傳導材料。

【請求項59】如請求項50之經連接材料，其中金屬化聚合物集電器之總數為1至1000。

【請求項60】如請求項50之經連接材料，其中金屬化聚合物集電器之總數為3個或更多、8個或更多、16個或更多、32個或更多或64個或更多。

【請求項61】如請求項50之經連接材料，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者獨立地具有1微米至50微米之平均厚度。

【請求項62】如請求項50之經連接材料，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的該聚合物層獨立地具有1微米至50微米之平均厚度。

【請求項63】如請求項50之經連接材料，其中該一或多

個金屬化聚合物集電器中之每一者的該聚合物層獨立地包含聚丙烯、聚乙烯、聚對苯二甲酸乙二酯(PET)、聚萘二甲酸乙二酯(PEN)、聚乙烯醇(PVA)、聚芳醯胺(例如，Kevlar、Nomex)、聚醯胺(例如耐綸)、聚醯亞胺(例如Kapton)、其衍生物或其組合。

【請求項64】如請求項50之經連接材料，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的該第一金屬層獨立地具有10奈米至5微米之平均厚度。

【請求項65】如請求項50之經連接材料，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的該第一金屬層獨立地包含Al、Cu、Zn、Sn、Si、Pb、Ti、Li或其組合。

【請求項66】如請求項50之經連接材料，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的該第二金屬層獨立地具有10奈米至5微米之平均厚度。

【請求項67】如請求項50之經連接材料，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的該第二金屬層獨立地包含Al、Cu、Zn、Sn、Si、Pb、Ti、Li或其組合。

【請求項68】如請求項50之經連接材料，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者的該第一金屬層及該第二金屬層獨立地為實質上相同的。

【請求項69】如請求項50之經連接材料，其中該一或多個金屬化聚合物集電器中之每一者為實質上相同的。

【請求項70】如請求項50之經連接材料，其中該傳導材料包含焊接材料。

【請求項71】如請求項50之經連接材料，其中該傳導材料包含導電黏合劑。

【請求項72】如請求項71之經連接材料，其中該導電黏合劑包含黏合劑及複數個導電粒子。

【請求項73】如請求項71之經連接材料，其中該導電黏合劑包含導電聚合物。

【請求項74】如請求項50之經連接材料，其中該接頭及/或該經連接材料具有改良之機械及/或電氣特性。

【請求項75】如請求項50之經連接材料，其中該接頭具有1牛頓(N)至100 N之平均機械拉力強度、0.1 N至20 N之平均機械剝離強度或其組合。

【請求項76】如請求項50之經連接材料，其中該接頭及/或該經連接材料支持1毫安(mA)或更大之電流持續1秒或更長之一段時間。

【請求項77】如請求項50之經連接材料，其中該接頭及/或該經連接材料具有1歐姆或更小之電阻。

【請求項78】一種製造如請求項50至77中任一項之經連接材料的方法，該方法包括如請求項1至44中任一項之方法。

【請求項79】一種裝置，該裝置包括如請求項50至77中任一項之經連接材料。

【請求項80】如請求項79之裝置，其中該裝置包括能量儲存裝置、電子裝置或其組合。

【請求項81】如請求項79之裝置，其中該裝置包括電池、

電容器或超級電容器。

【請求項82】如請求項79之裝置，其中該裝置包括鋰離子電池。

【發明圖式】

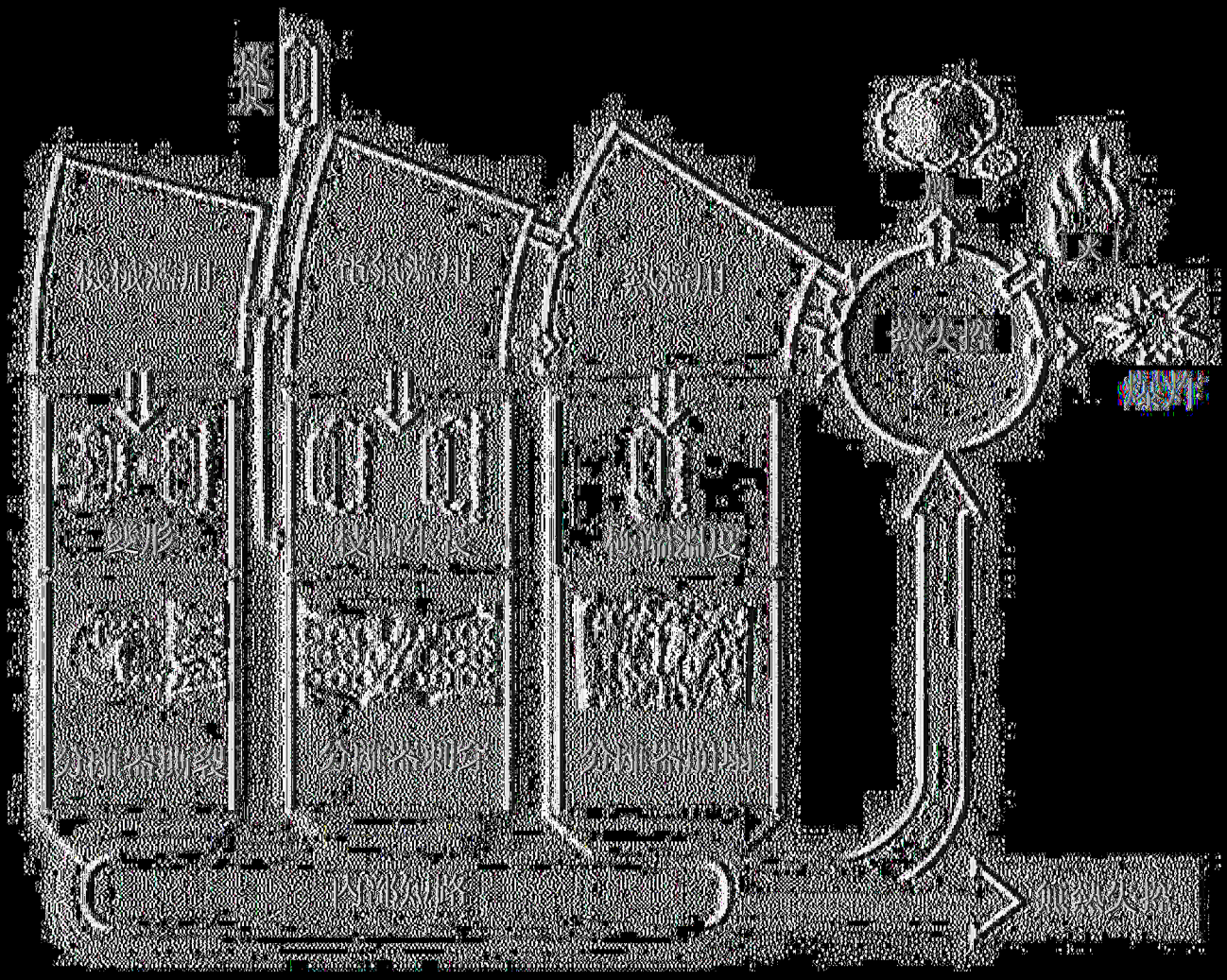


圖 1

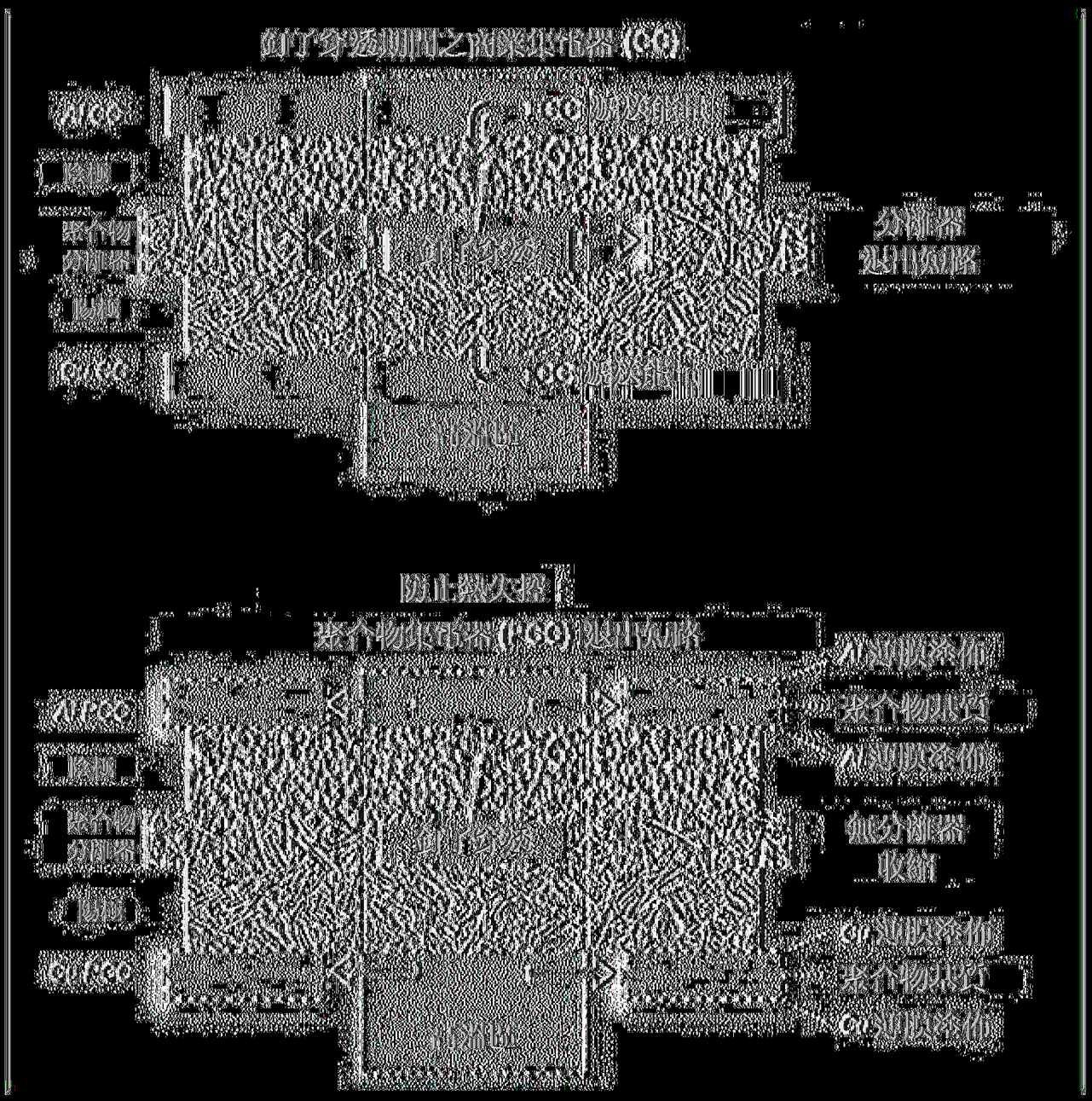

偵測穿透期間之預測來自器(CC)
AI CC
感測
惡意物分析器
偵測
CU CC
CC
觸發能力
分析器
退出預測
CC
觸發能力
偵測區
防止惡意物
惡意物偵測器(CC)退出預路
AI CC
感測
惡意物分析器
偵測
CU CC
CC
觸發能力
偵測區
AI 連接器
惡意物記憶
AI 連接器
無分析器
收錄
CU 連接器
惡意物記憶
CU 連接器

圖 2

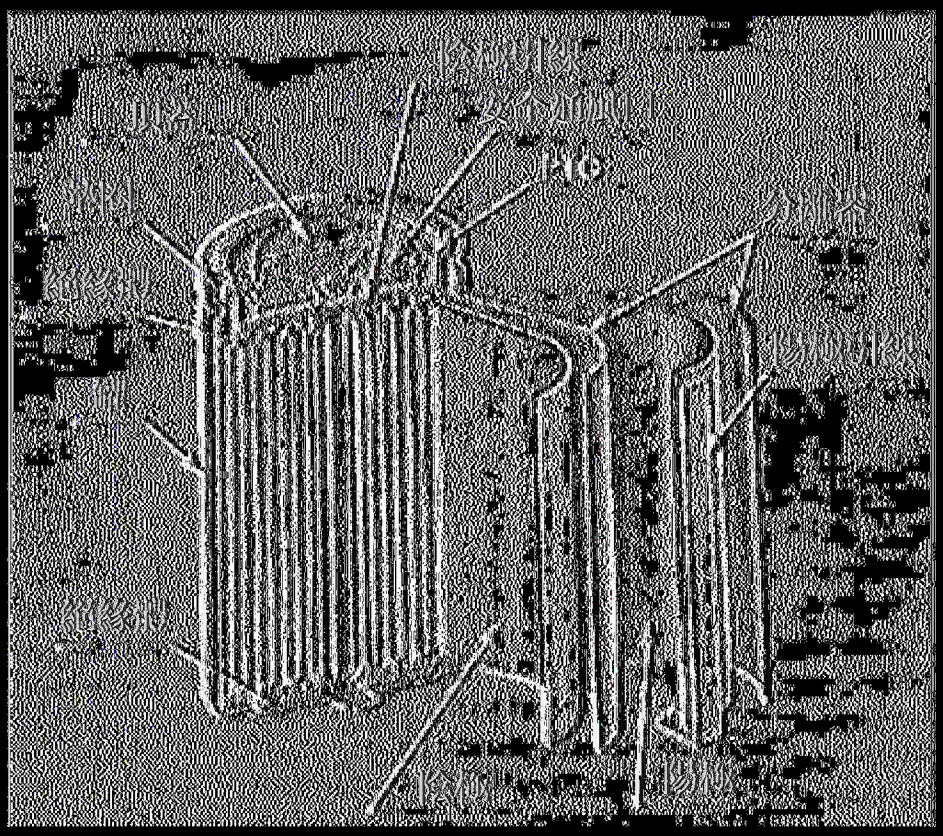


圖 3

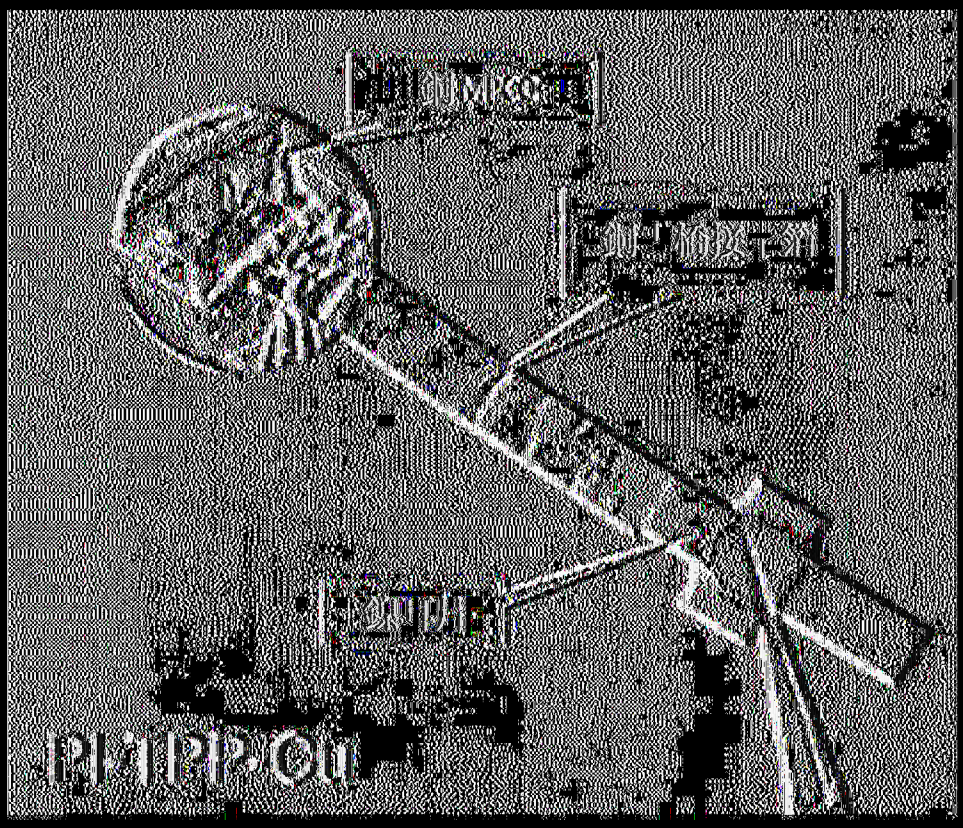


圖 4

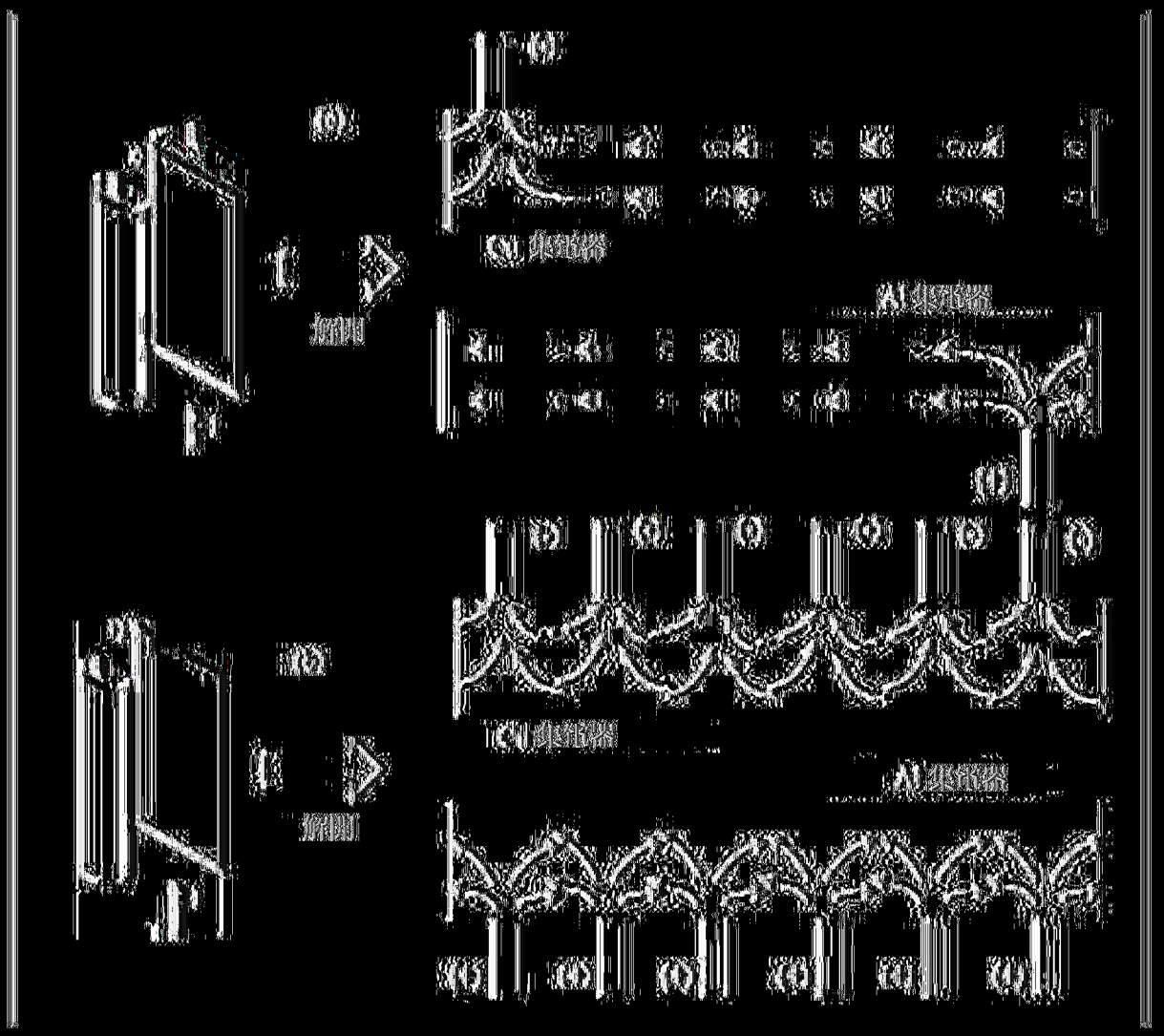


圖 5

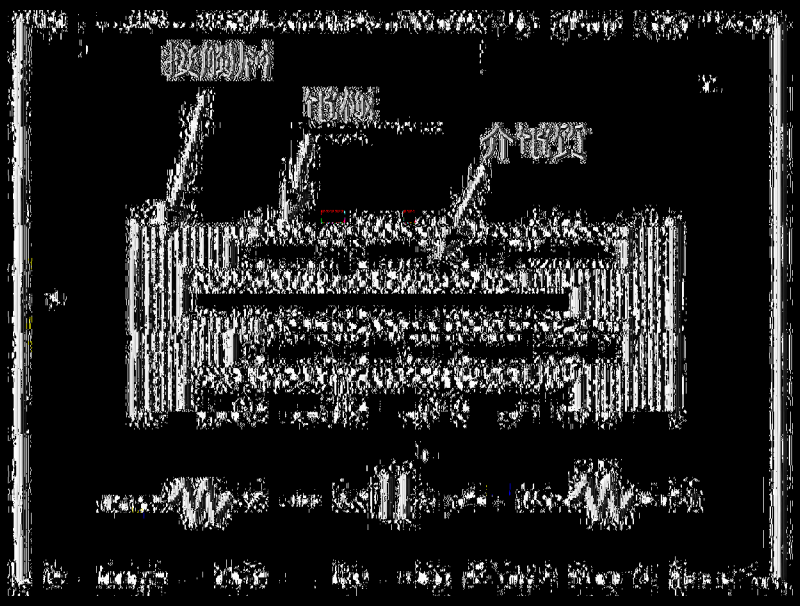


圖 6

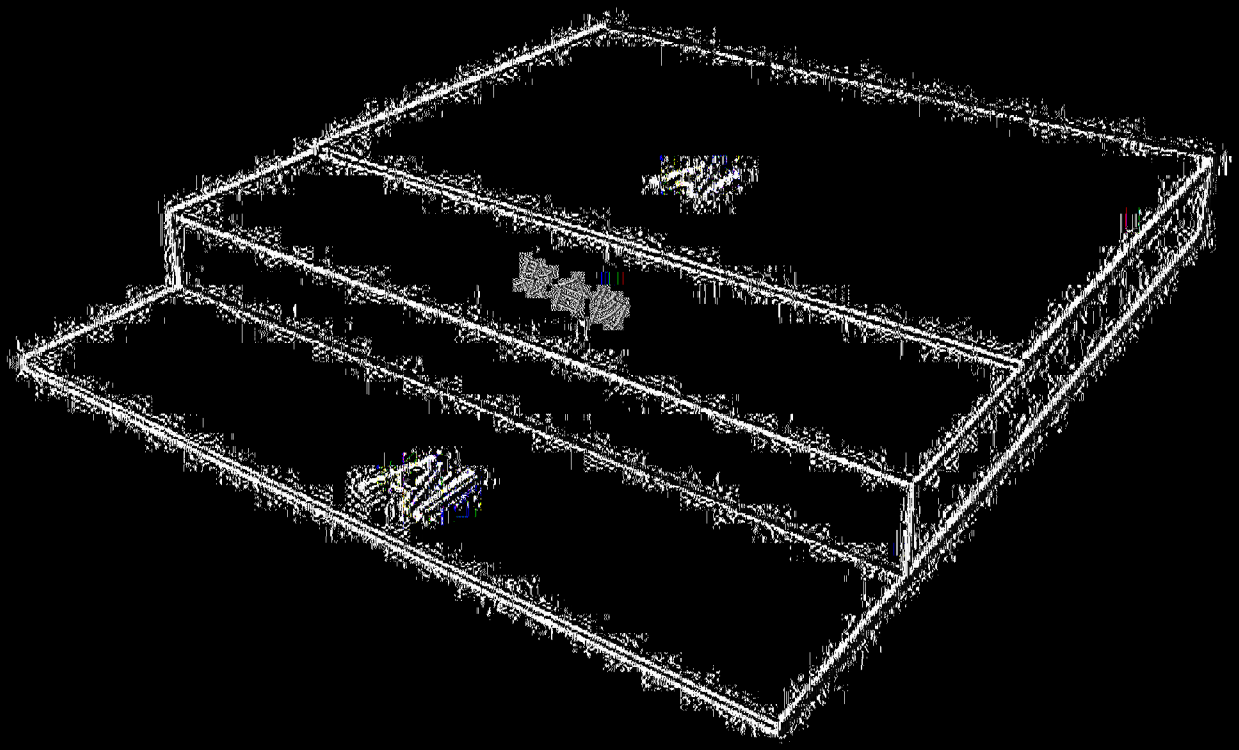


圖 7

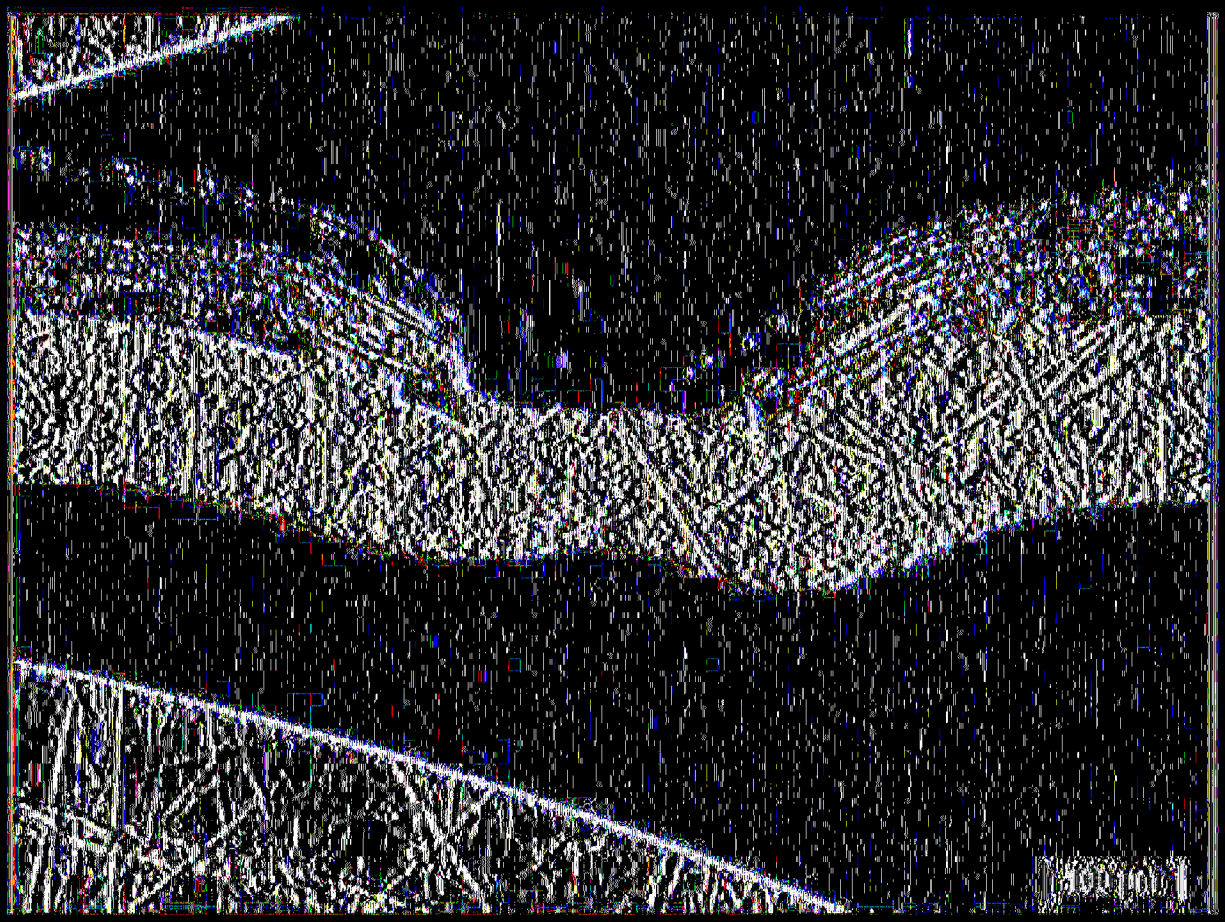


圖 8

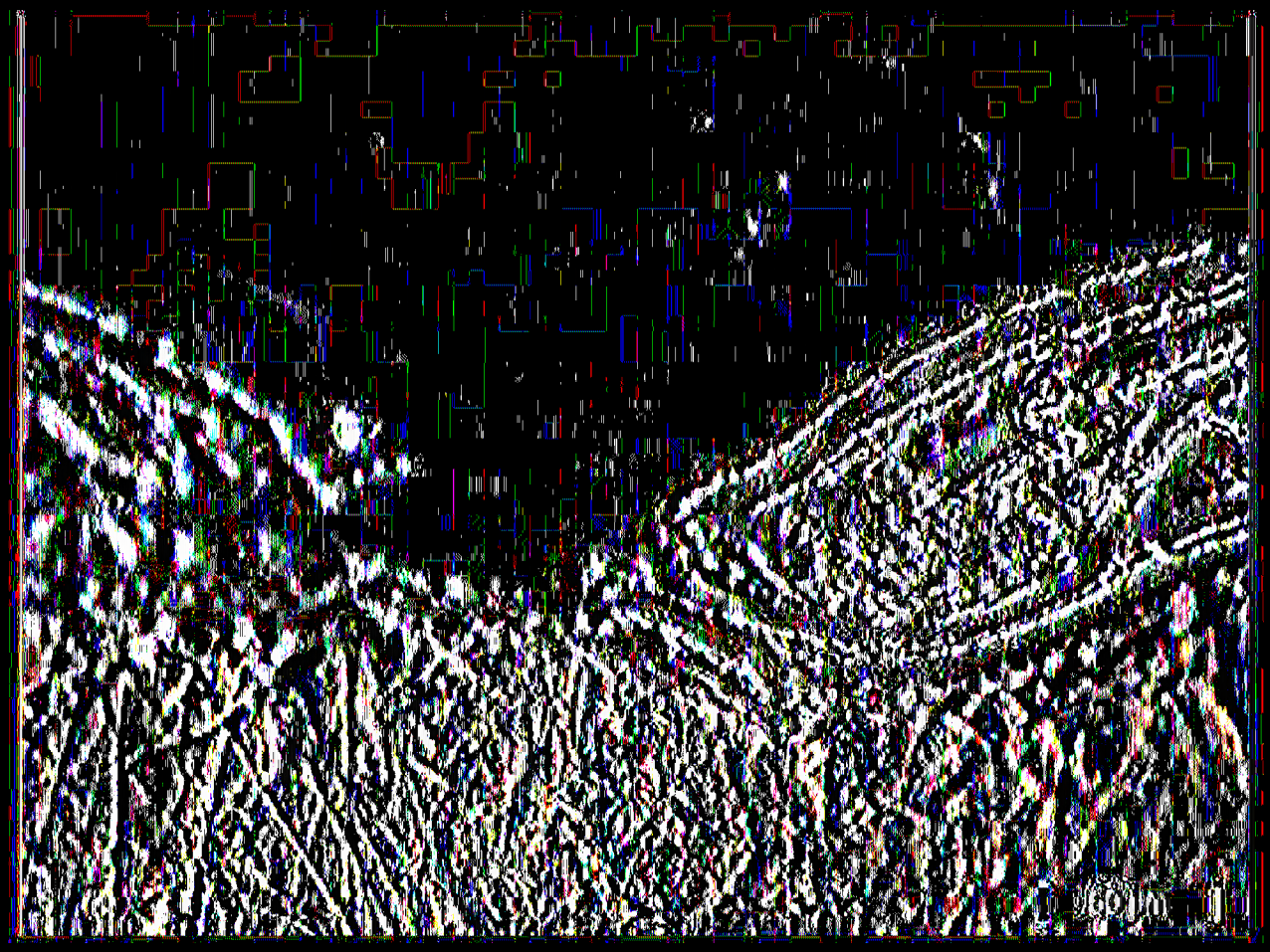


圖 9



圖 10

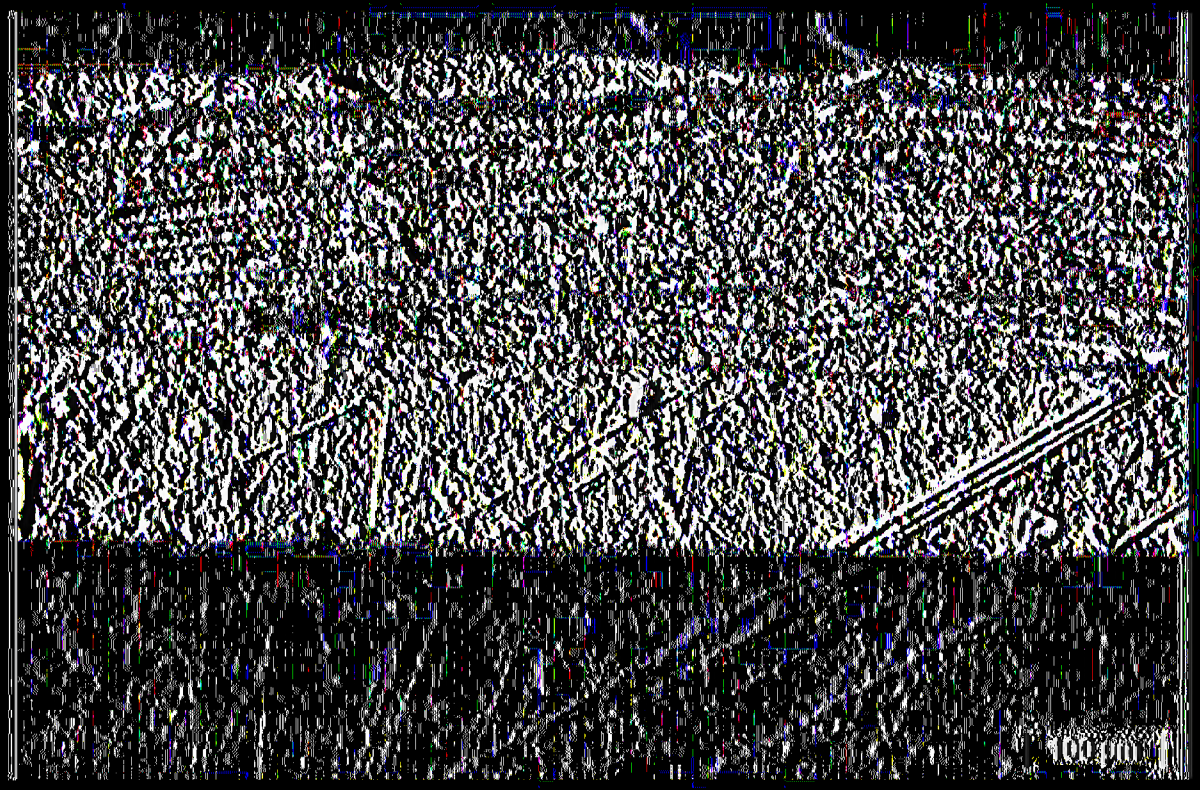


圖 11

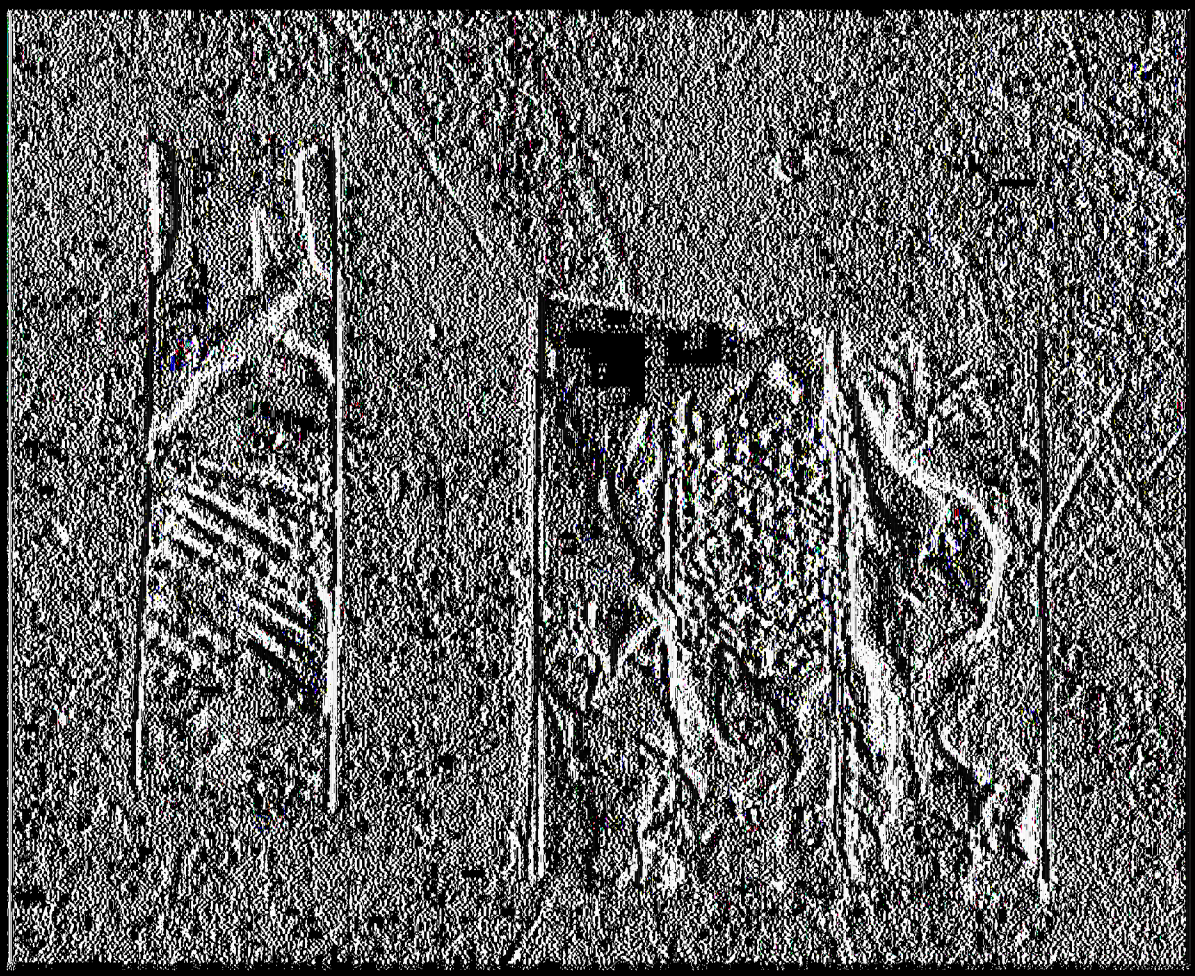


圖 12



圖 13

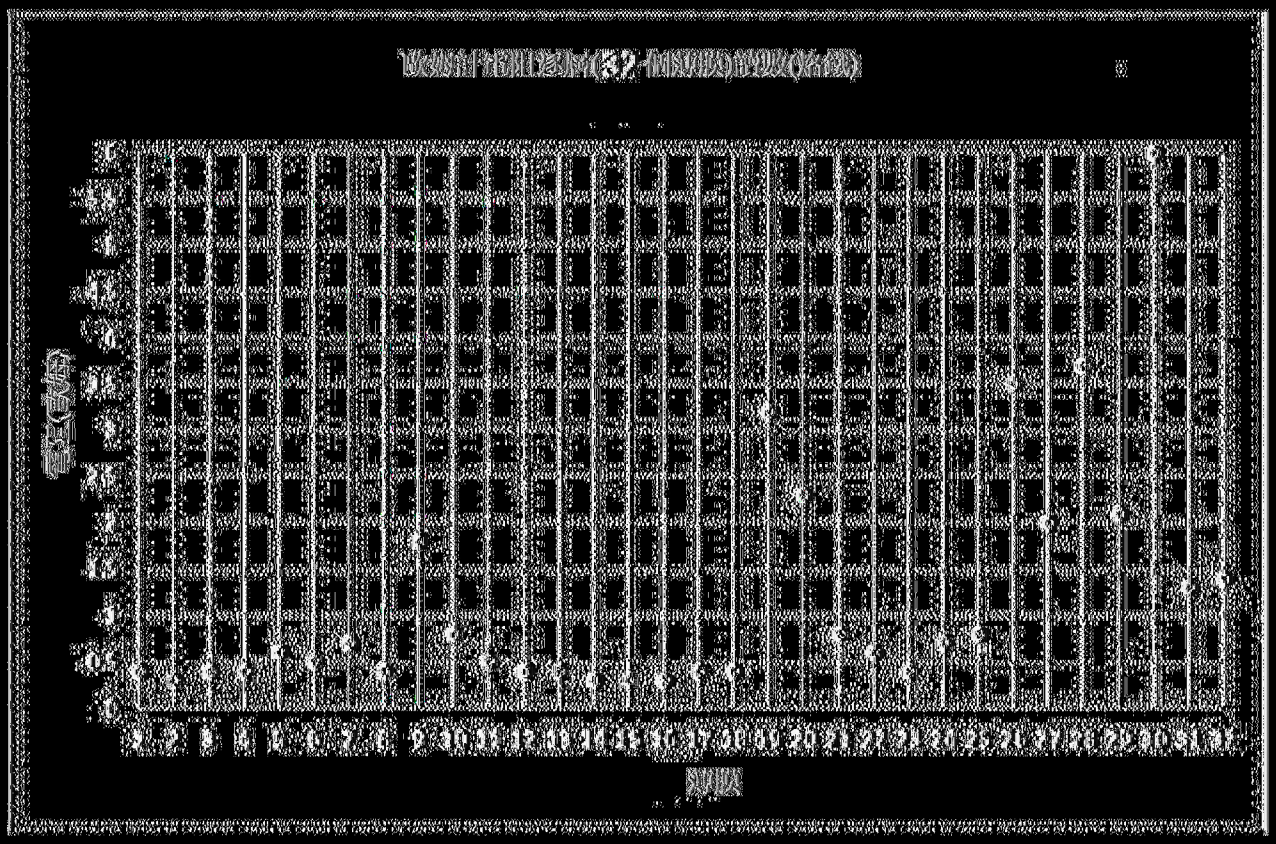


圖 14

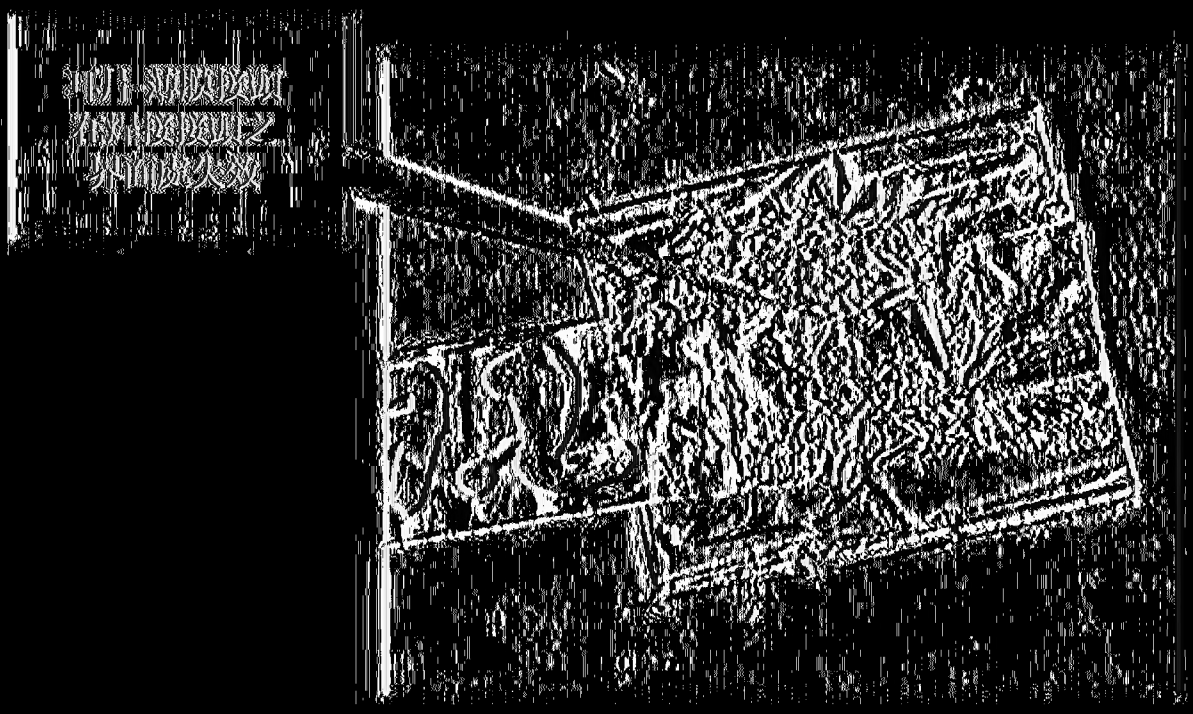


圖 15

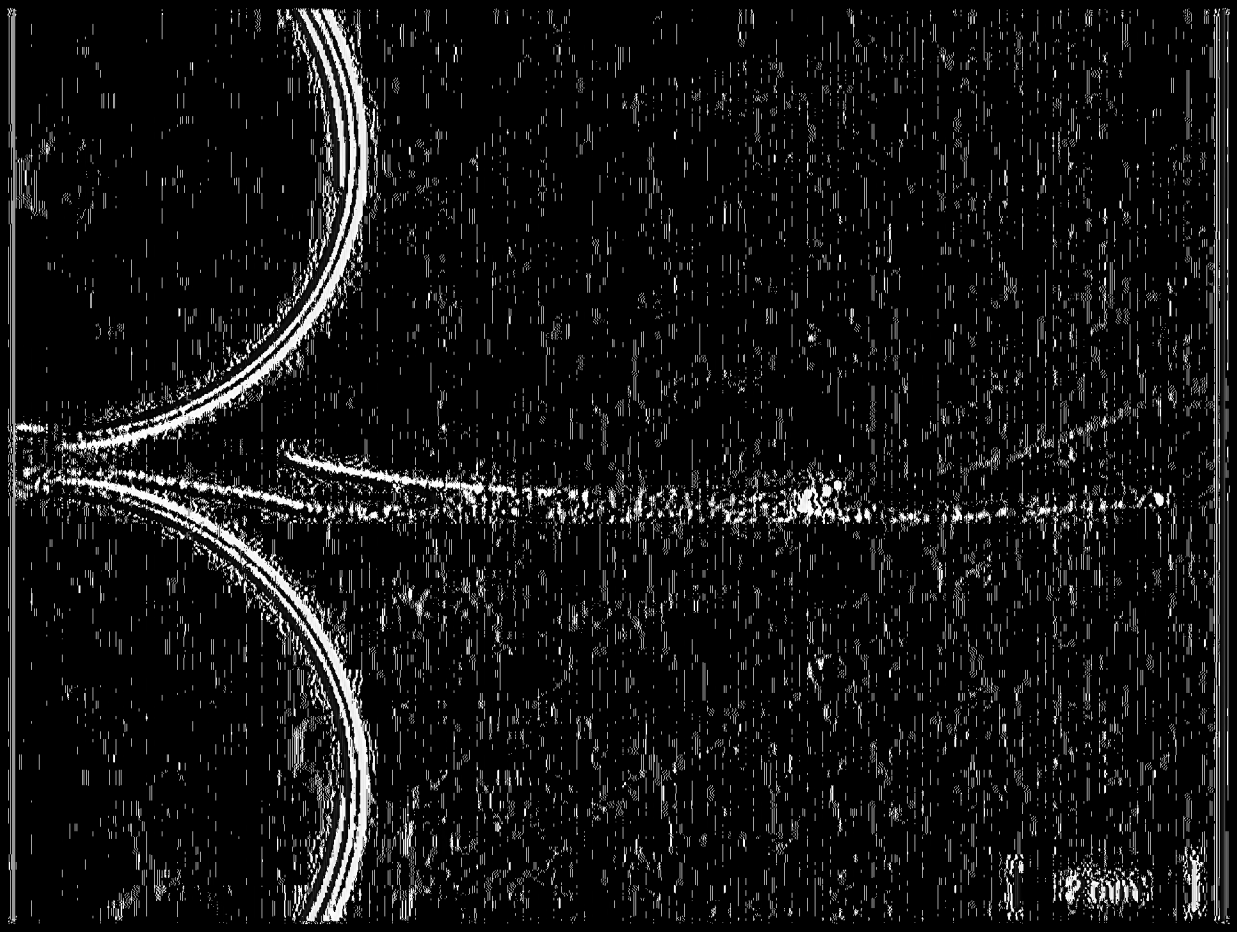


圖 16

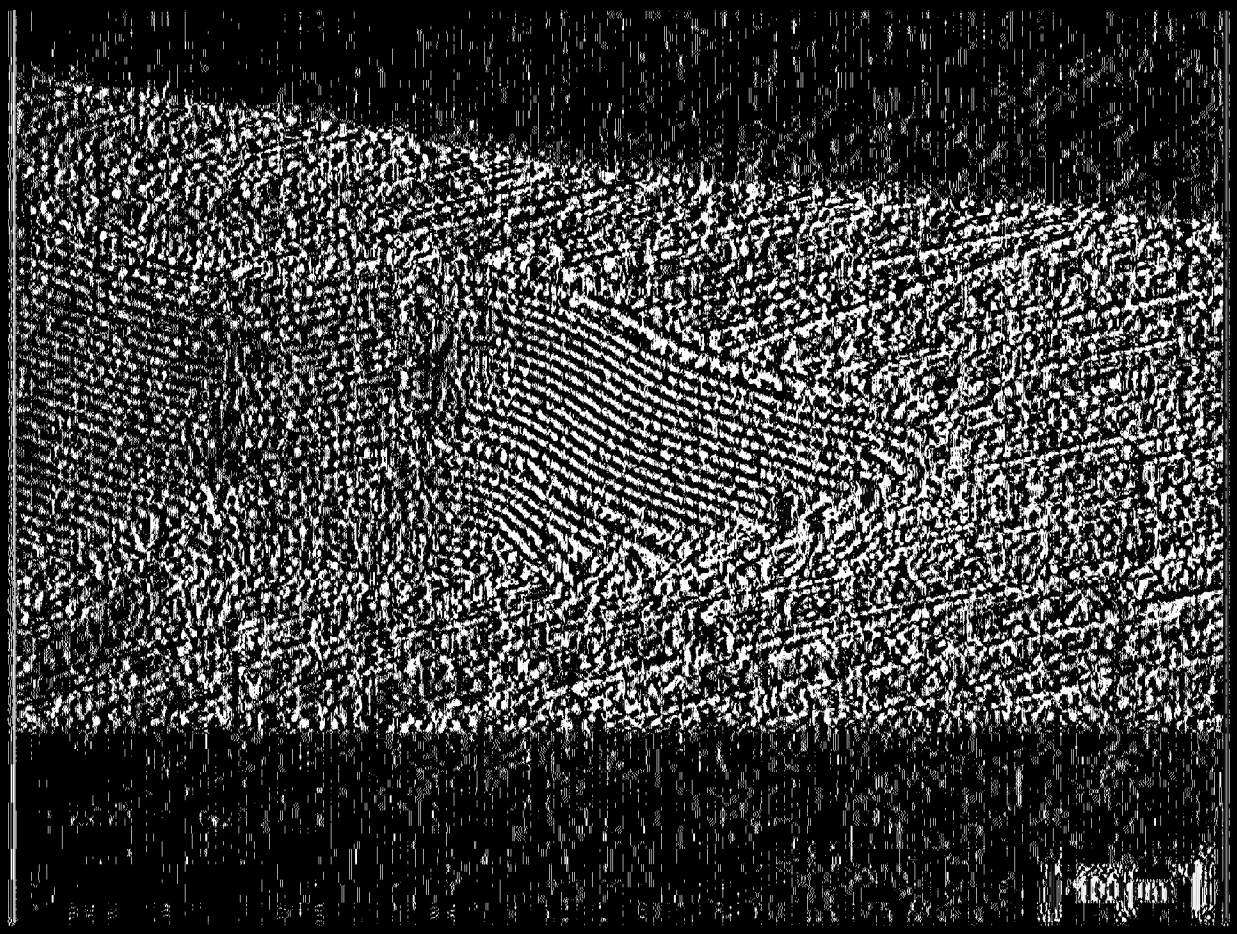


圖 17

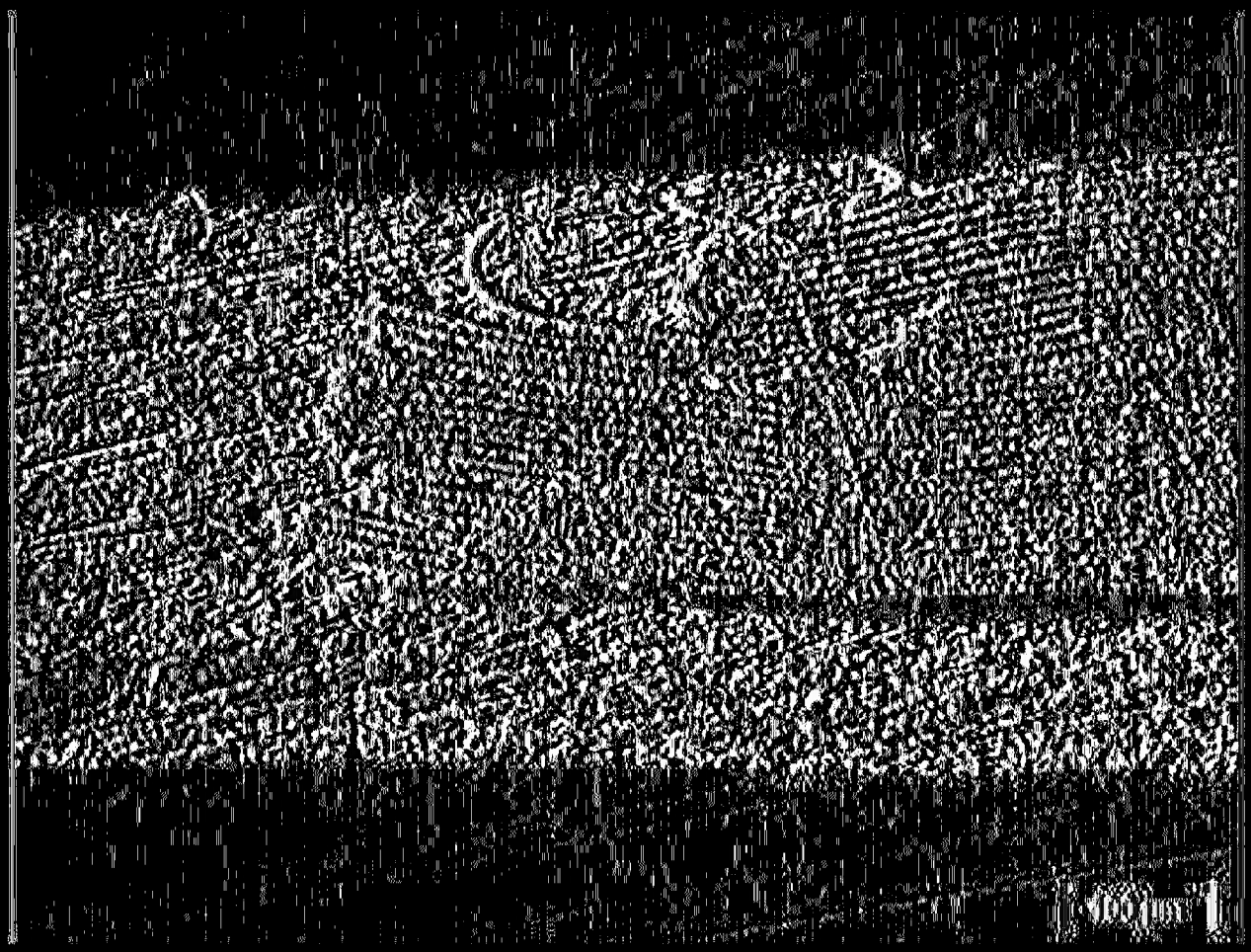


圖 18

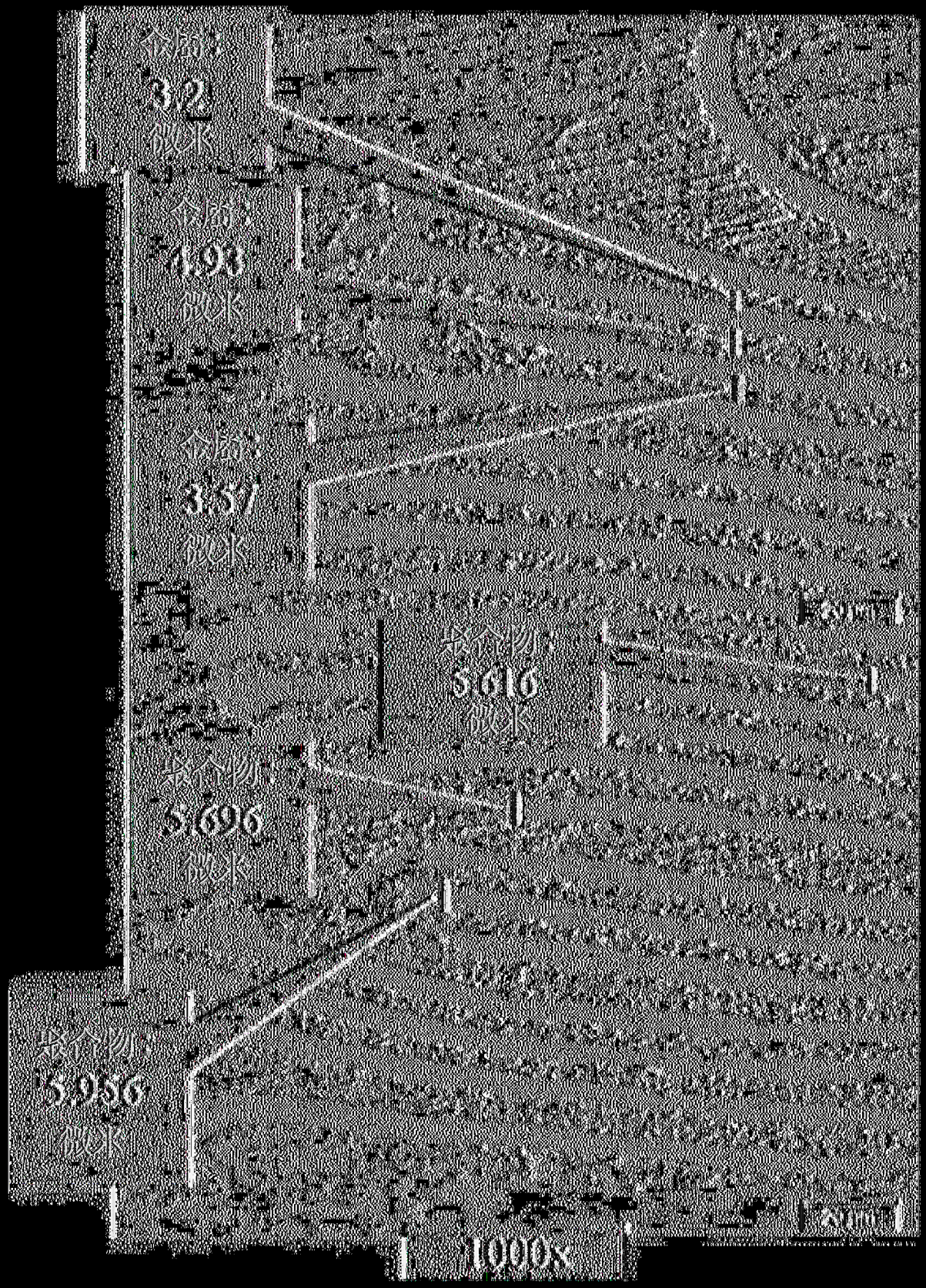

冷陷：
3.2
微米
冷陷：
4.93
微米
冷陷：
3.57
微米
聚合物：
5616
微米
聚合物：
5696
微米
聚合物：
5956
微米
1000x

圖 19

無線
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32
無線
第一訊框(32位元組)
第二訊框(32位元組)
第三訊框(32位元組)
○ 無線
□ 無線
△ 無線
無線
無線
無線

圖 20



圖 21

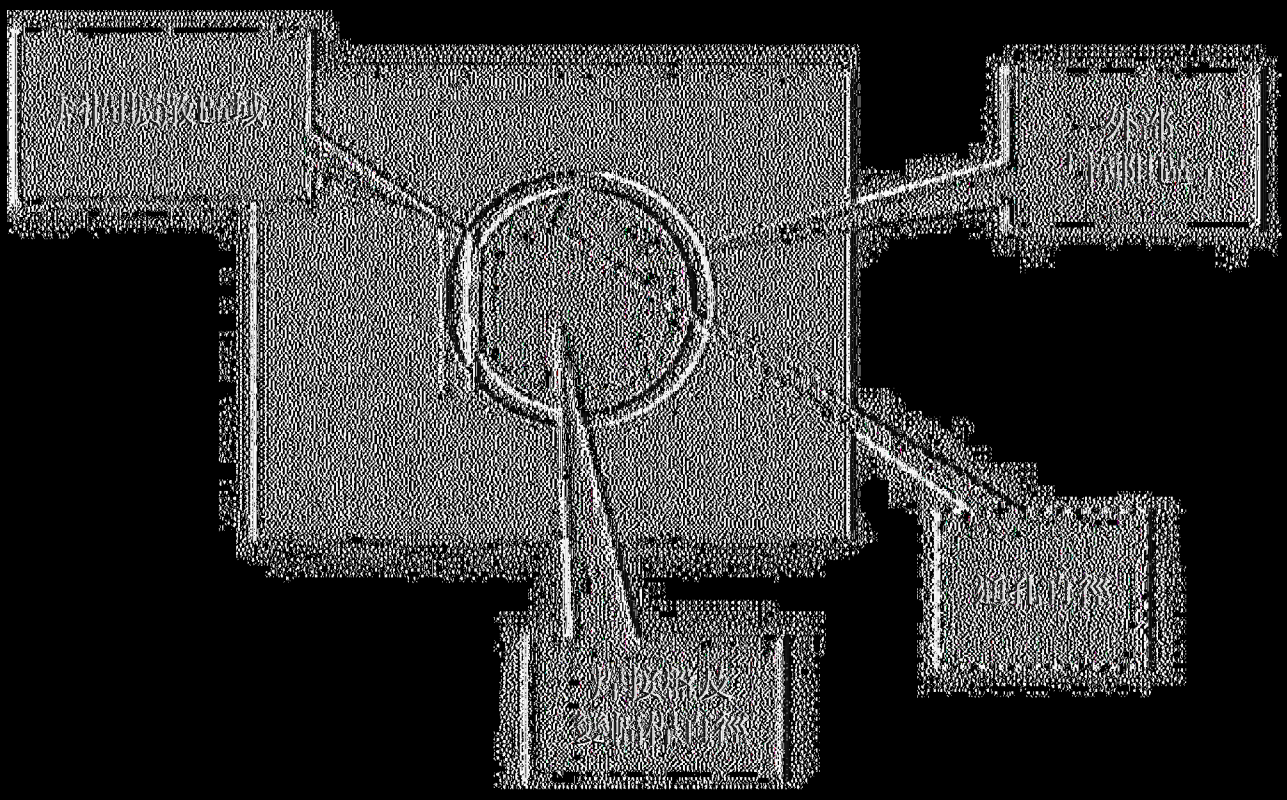


圖 22



圖 23

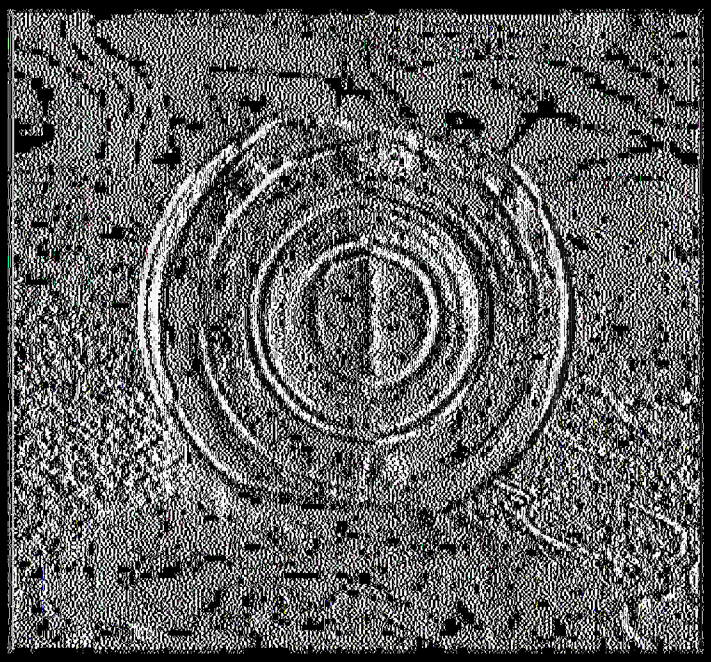


圖 24



圖 25

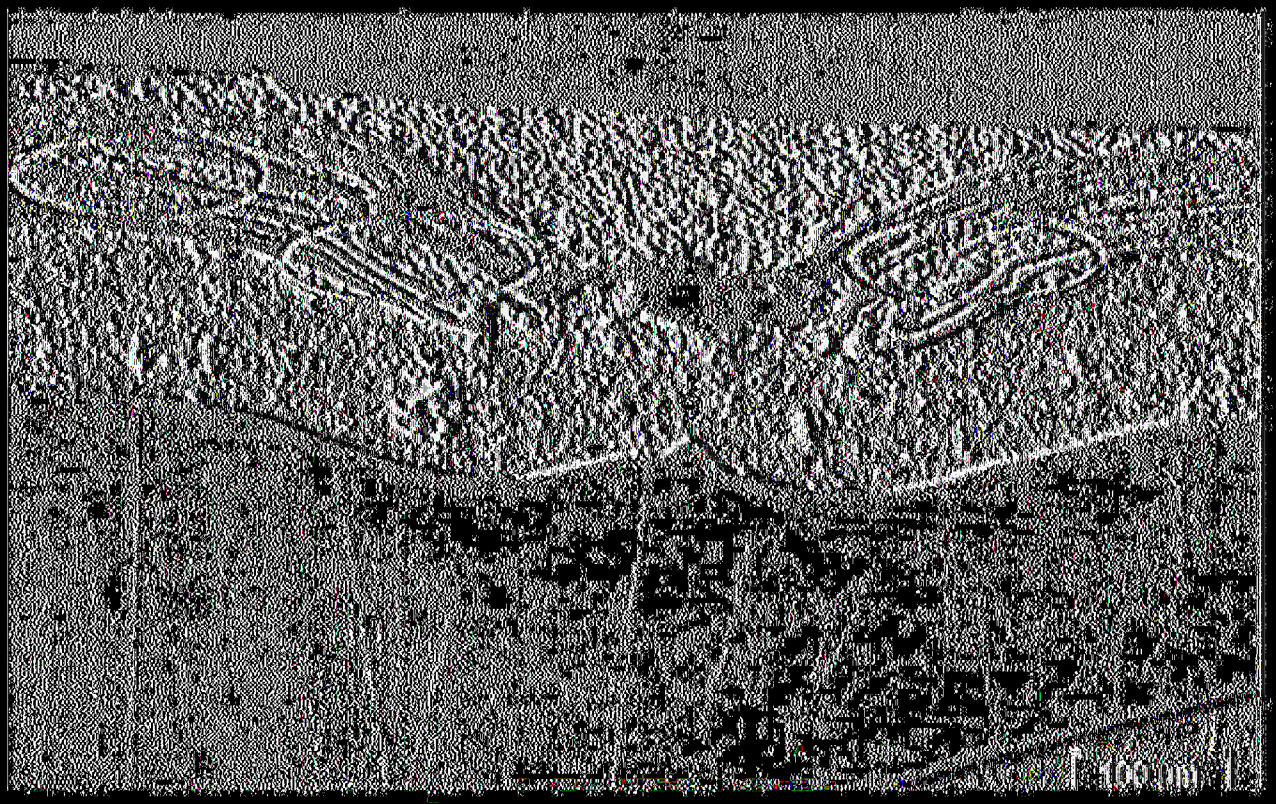


圖 26



圖 2A

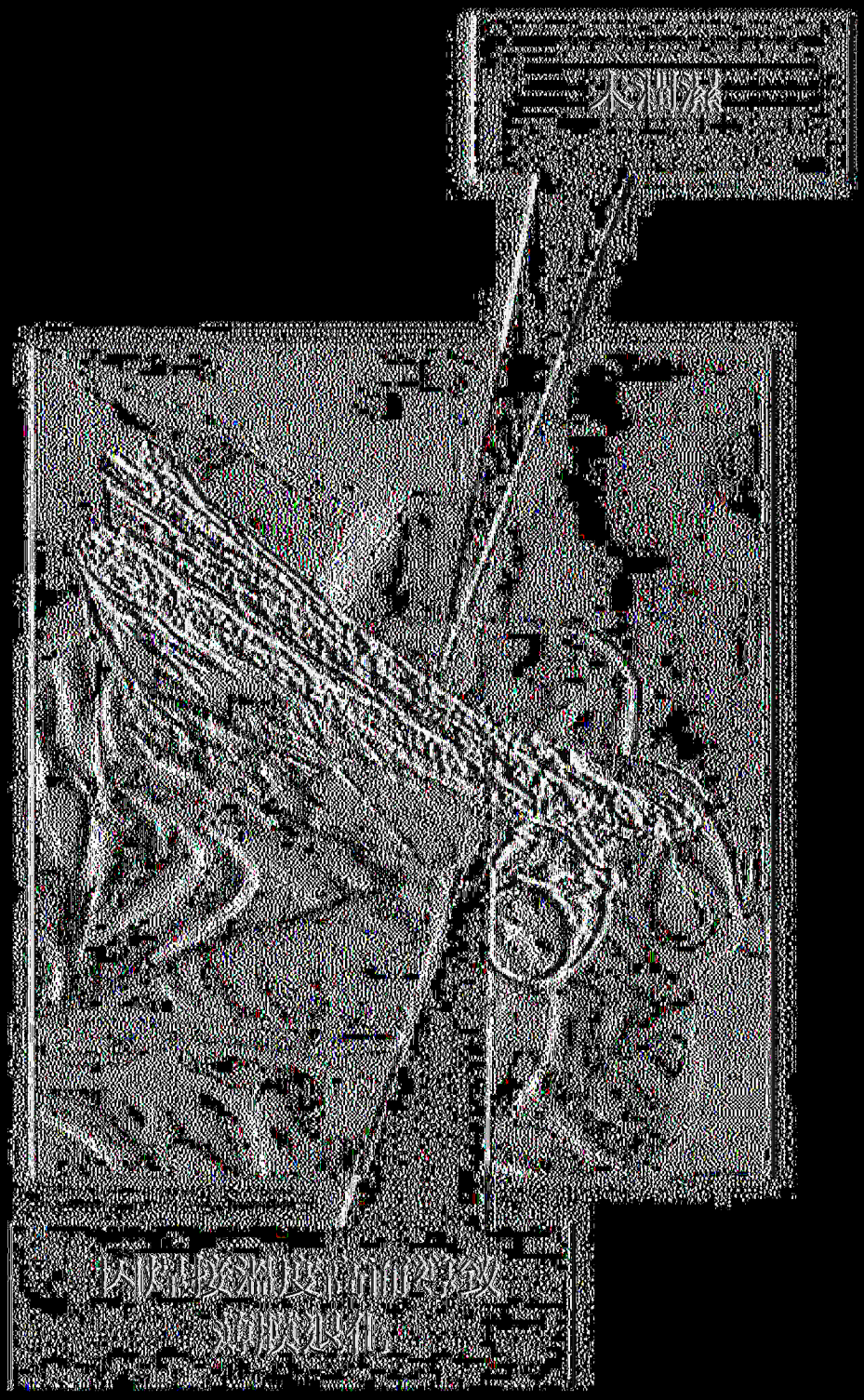


圖 28

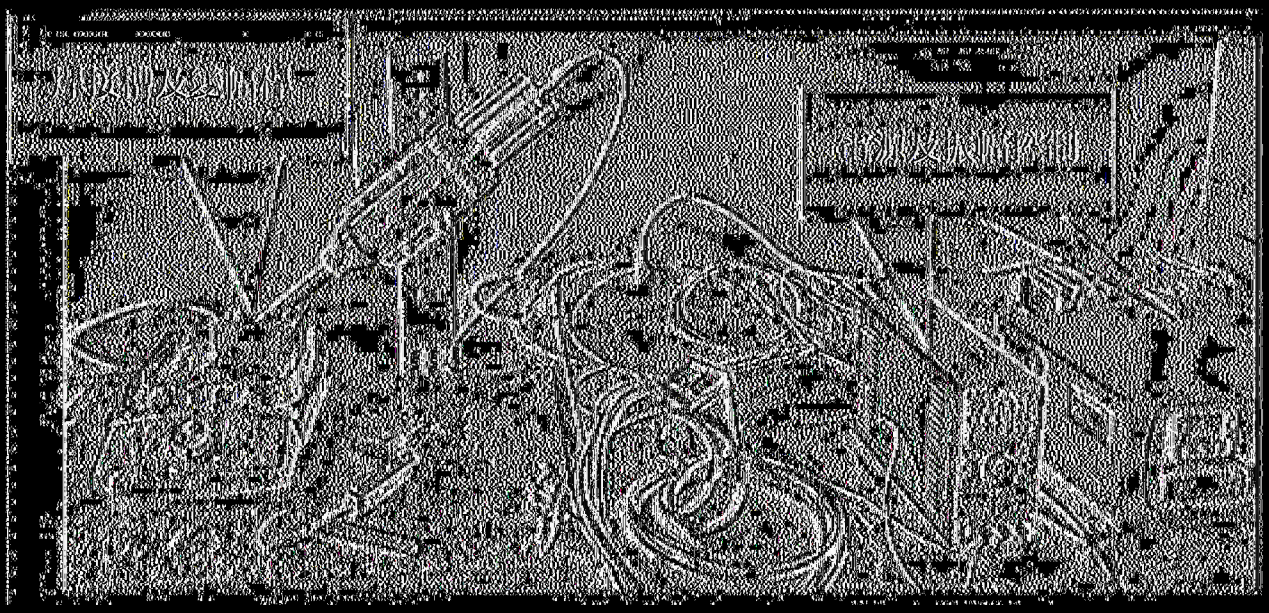


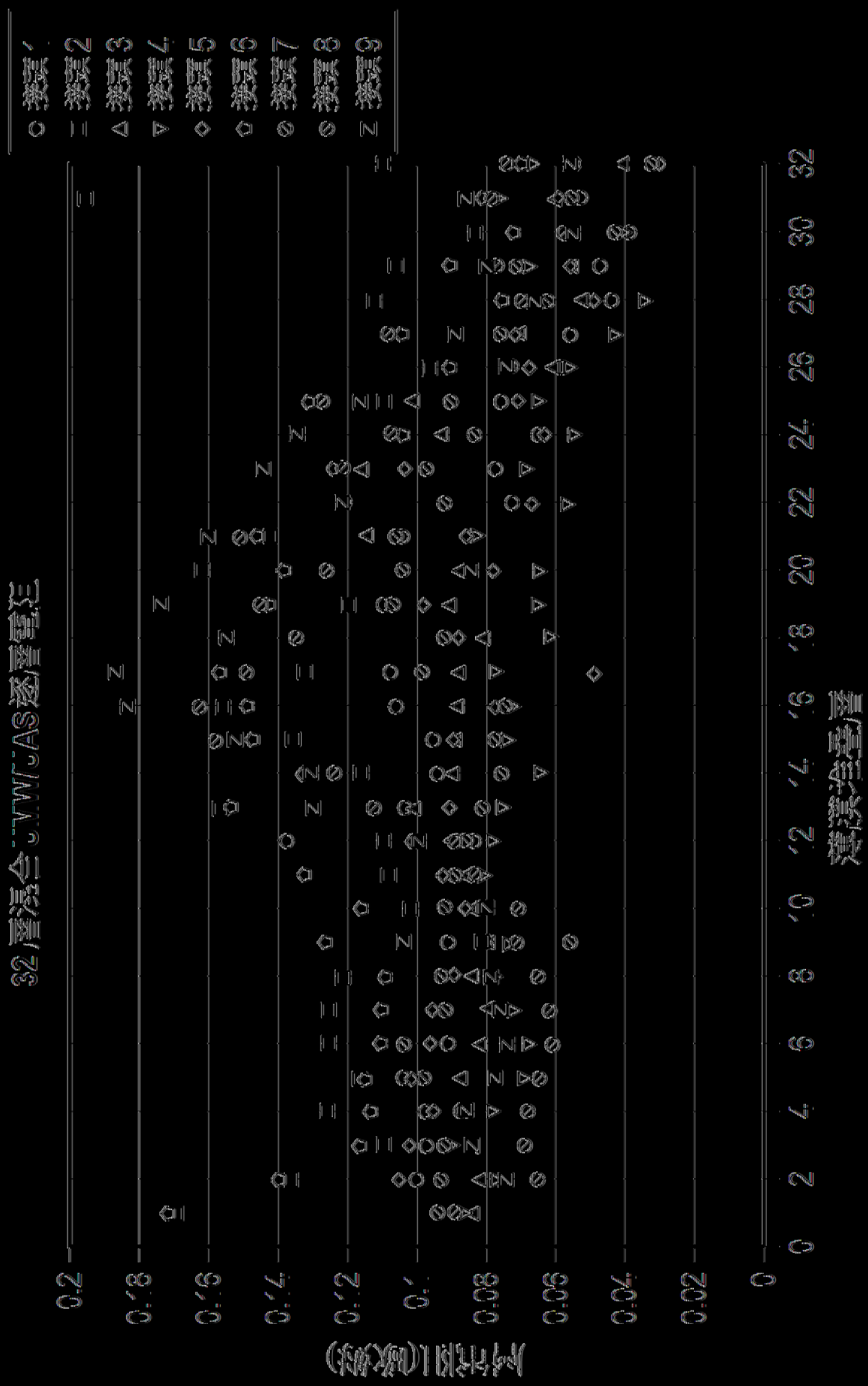
圖 29



圖 30

第一感測器
第二感測器
第三感測器
第四感測器
第五感測器
第六感測器
第七感測器
感測器編號
感測器位置(公尺)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32
0.2
0.18
0.16
0.14
0.12
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0

圖 31


圖例
第1組
第2組
第3組
第4組
第5組
第6組
第7組
第8組
第9組
第10組
第11組
第12組
第13組
第14組
第15組
第16組
第17組
第18組
第19組
第20組
第21組
第22組
第23組
第24組
第25組
第26組
第27組
第28組
第29組
第30組
第31組
第32組
第33組
第34組
第35組
第36組
第37組
第38組
第39組
第40組

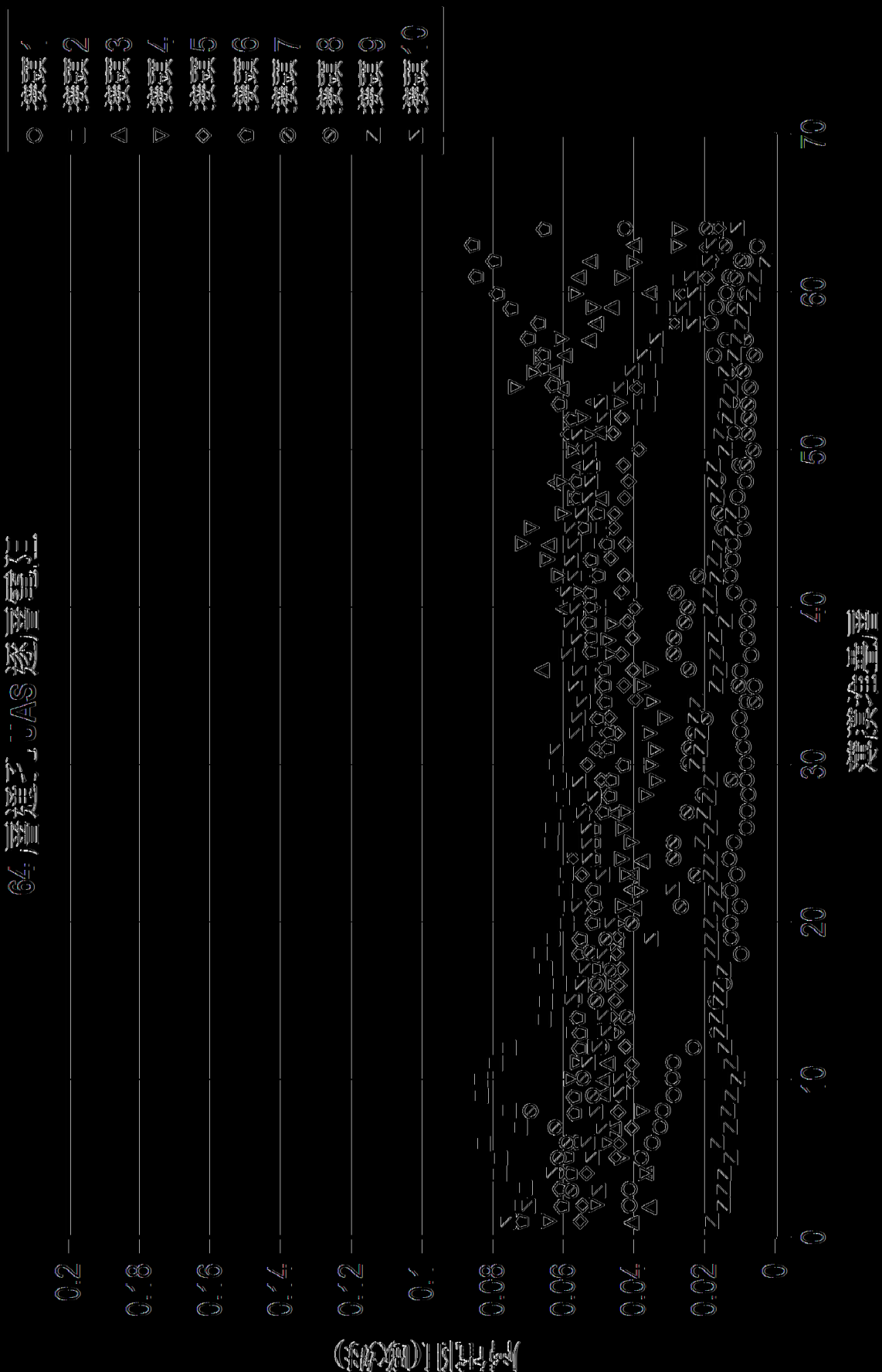

第一組
第二組
第三組
第四組
第五組
第六組
第七組
第八組
第九組
第十組
第十一組
0.2
0.18
0.16
0.14
0.12
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0
0
10
20
30
40
50
60
70
測試次數
內部阻抗(歐姆)

圖 33

64=資訊資產JAS九方案
明細1
明細2
明細3
0
5
10
15
20
25
30
0
10
20
30
40
50
60
時間(N)
數量(N)

圖 34

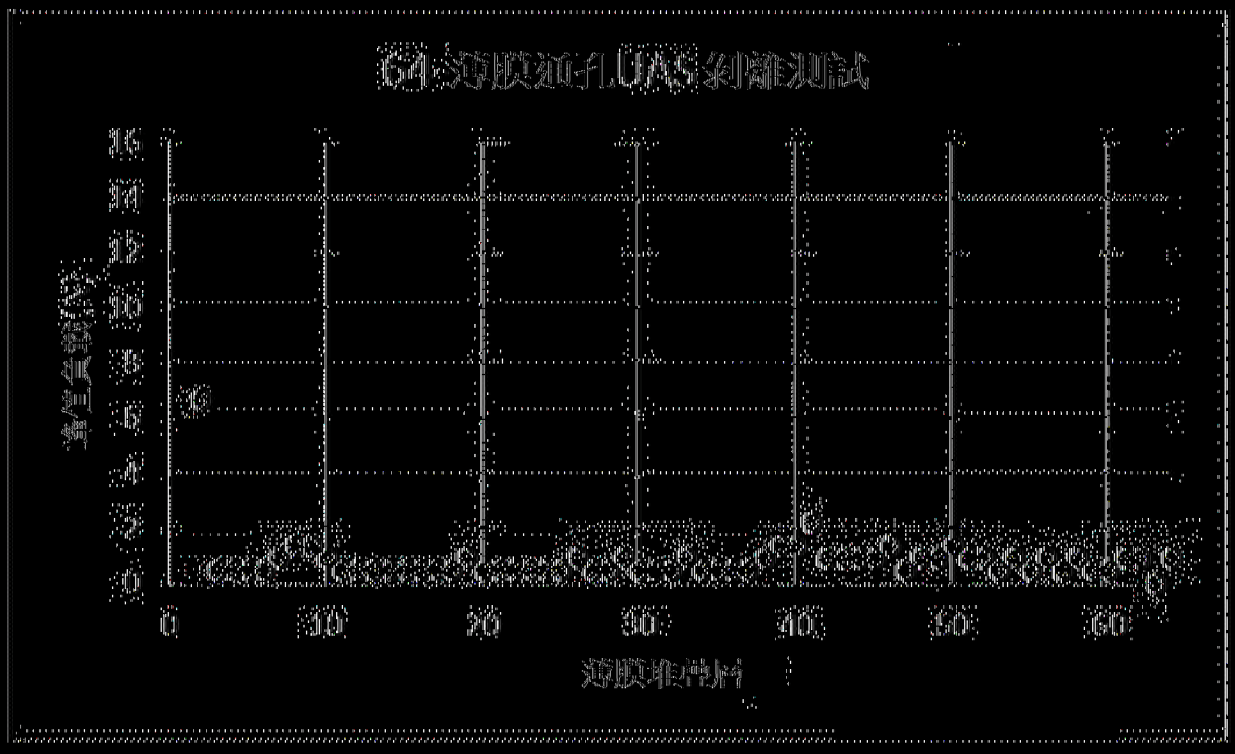


圖 35

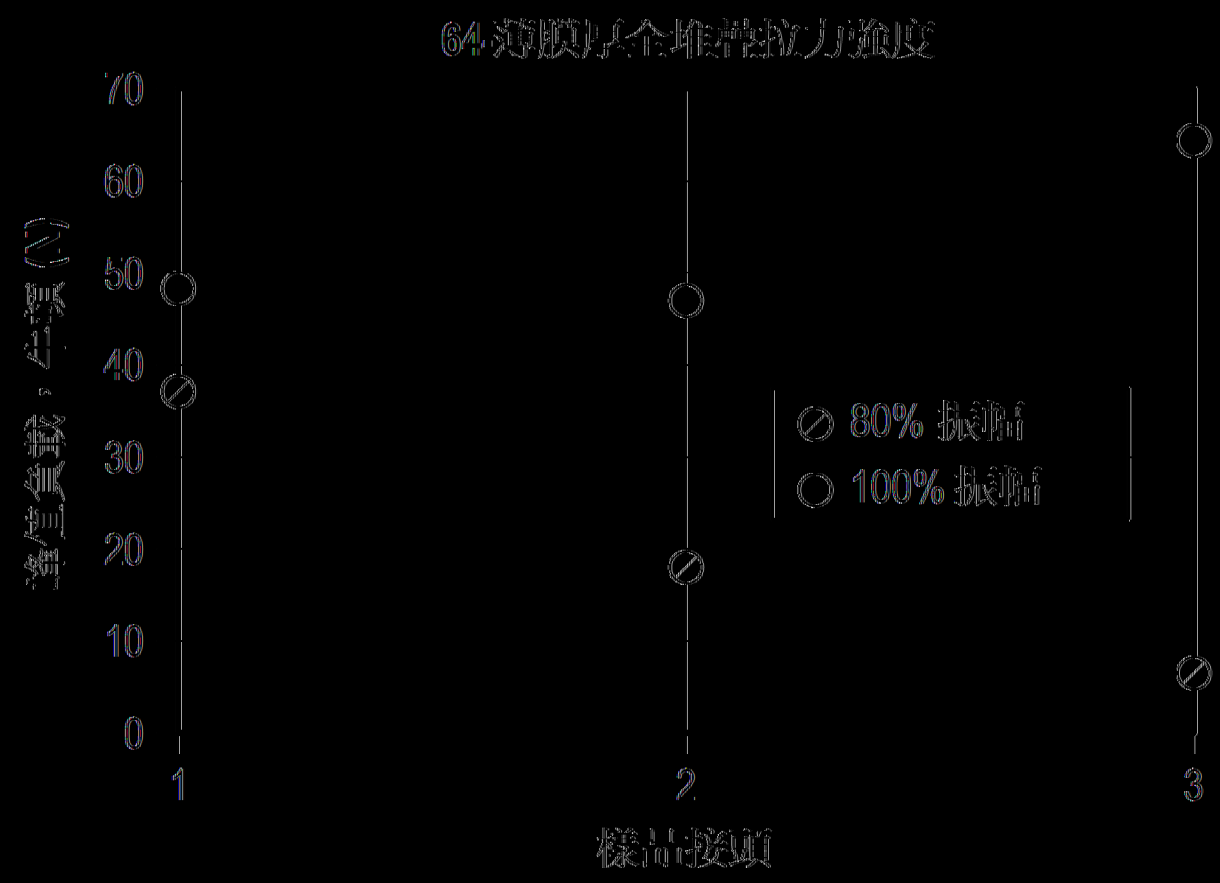

64.薄膜力全堆疊強力強度
70
60
50
40
30
20
10
0
強力強度（N）
1
2
3
樣品接頭
80% 振動
100% 振動

圖 36

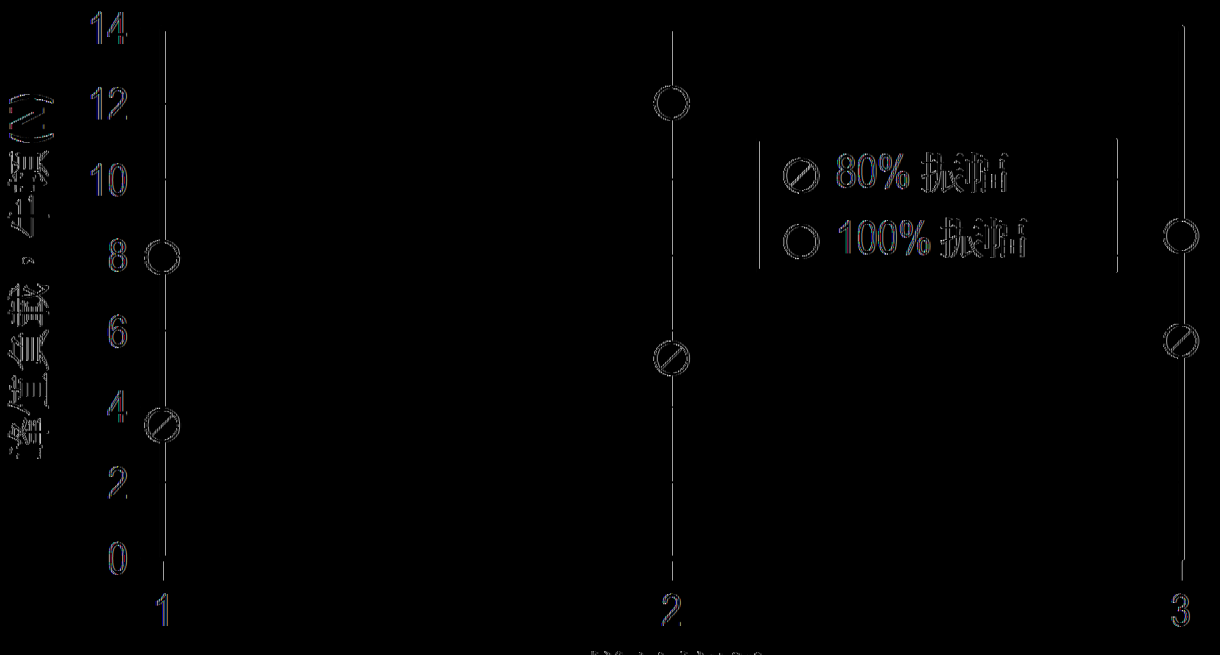

64.薄膜力全堆疊剝離強度
14
12
10
8
6
4
2
0
剝離強度（N）
1
2
3
樣品接頭
80% 振動
100% 振動

圖 3'

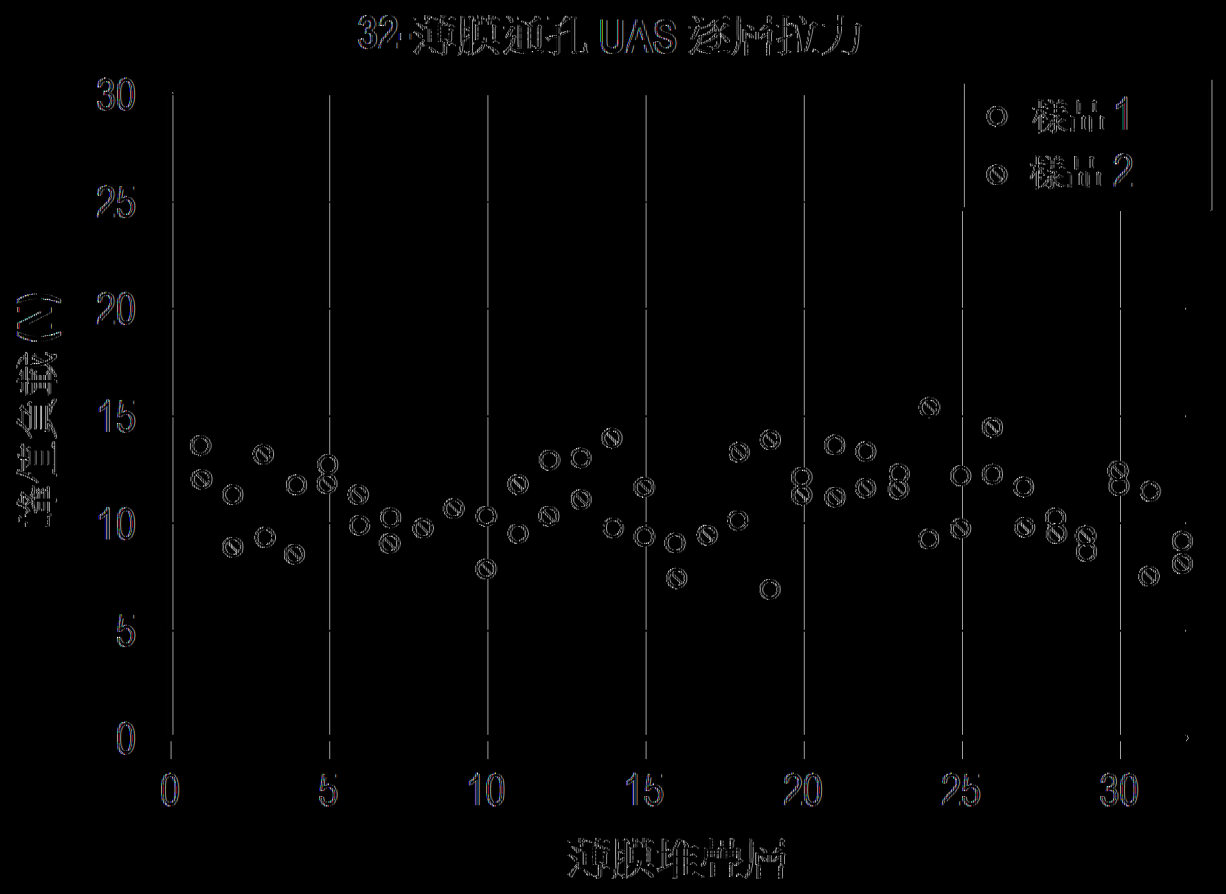

32 薄膜孔 UAS 影片拉力
樣品 1
樣品 2
0
5
10
15
20
25
30
薄膜厚度 (μm)
薄膜堆疊片

圖 38

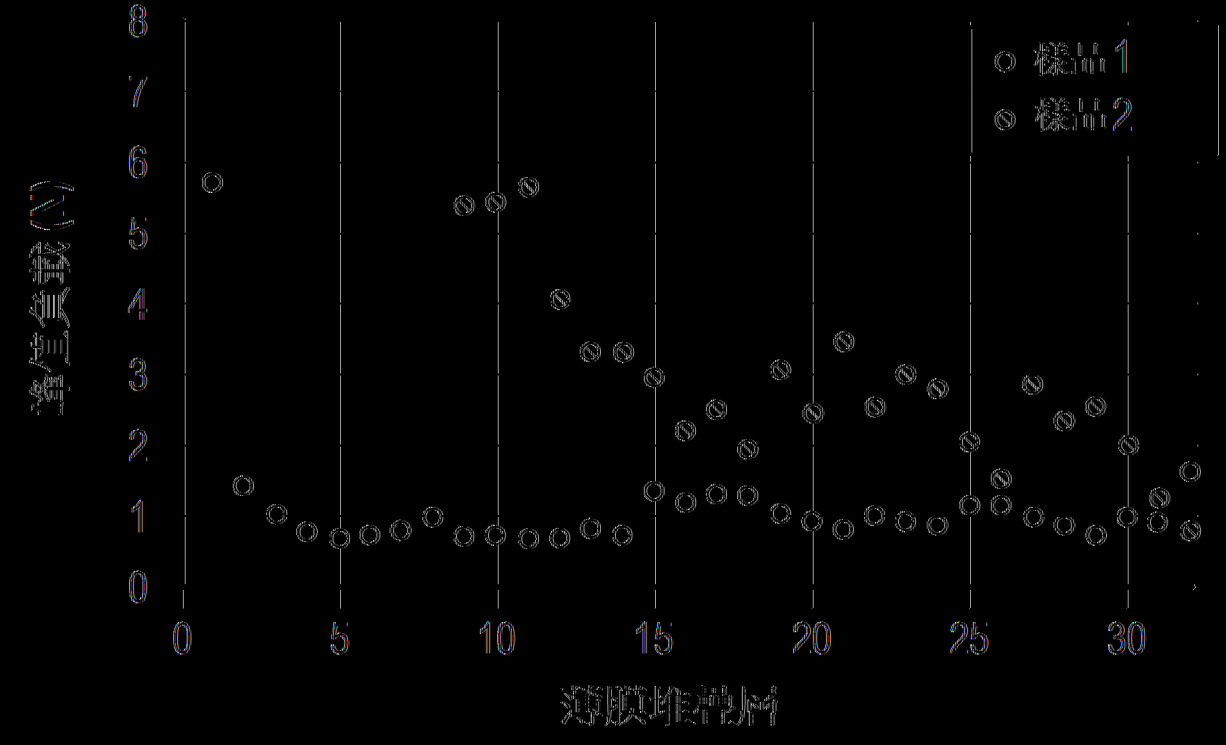

22系列影片剝離測試
樣品 1
樣品 2
0
1
2
3
4
5
6
7
8
0
5
10
15
20
25
30
薄膜厚度 (μm)
薄膜堆疊片

圖 39

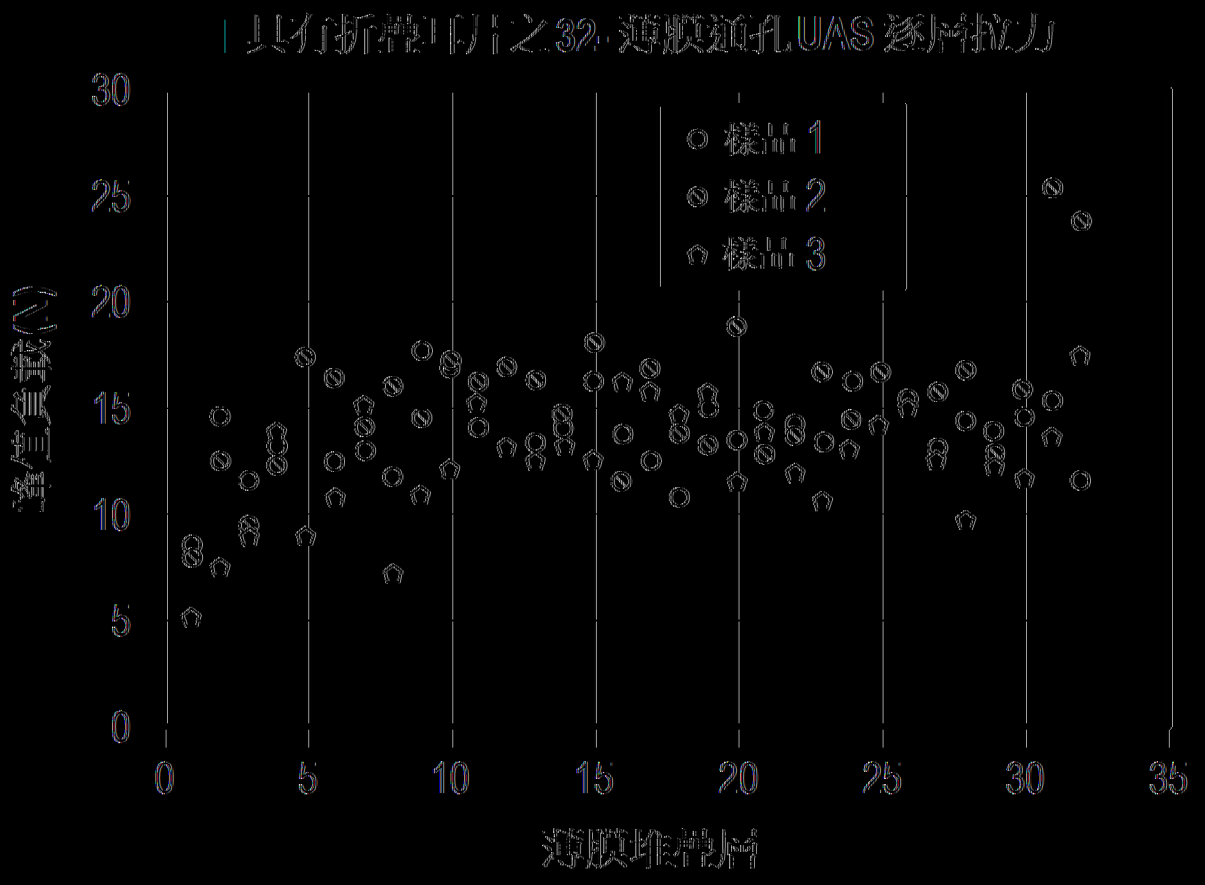

32-薄膜面孔UAS多肽組合
樣品1
樣品2
樣品3
接觸角(°)
薄膜堆疊時
0
5
10
15
20
25
30
35

圖 40

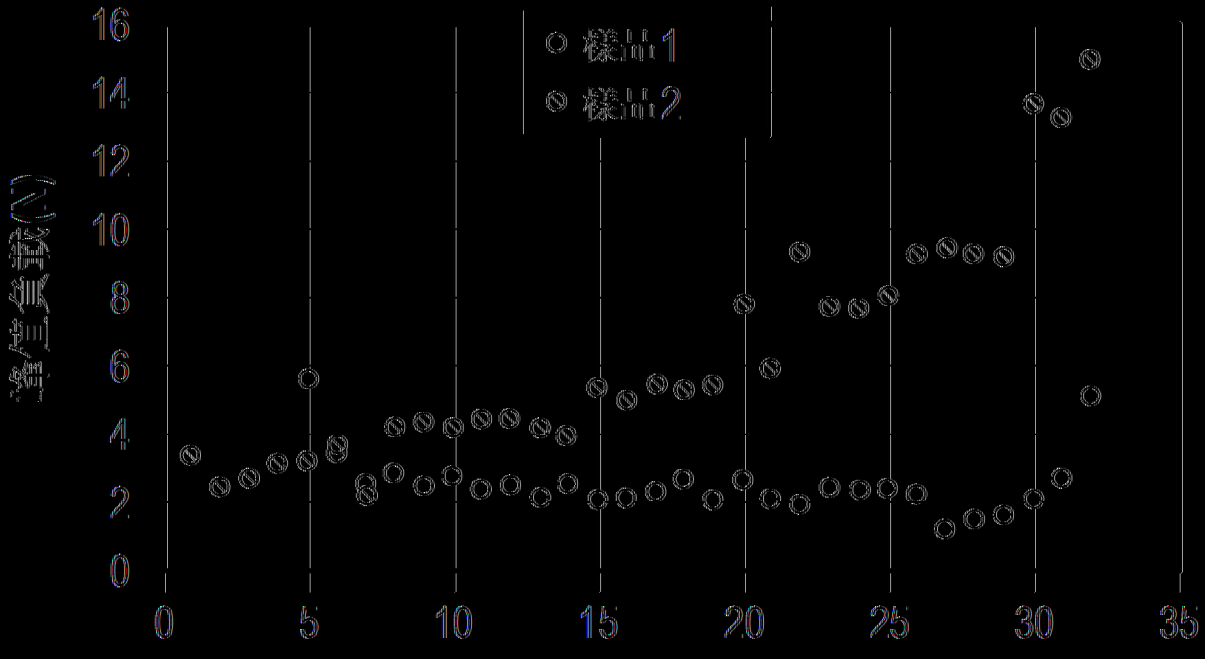

32-薄膜面孔UAS多肽組合
樣品1
樣品2
接觸角(°)
薄膜堆疊時
0
2
4
6
8
10
12
14
16
0
5
10
15
20
25
30
35

圖 41