



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I878447 B

(45)公告日：中華民國 114 (2025) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：110104374

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 02 月 05 日

(51)Int. Cl. : C25D17/10 (2006.01)

G06F9/30 (2018.01)

G06F9/44 (2018.01)

(30)優先權：2020/02/07

歐洲專利局

20156050.5

(71)申請人：德商德國艾托特克公司 (德國) ATOTECH DEUTSCHLAND GMBH (DE)

德國

(72)發明人：庫茲 亨利 KUNZE, HENRY (DE)；溫諾 菲德納 WIENER, FERDINAND (DE)；

席勒 布瑞塔 SCHELLER, BRITTA (DE)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

US 6919010B1

審查人員：李南漳

申請專利範圍項數：16 項 圖式數：13 共 44 頁

(54)名稱

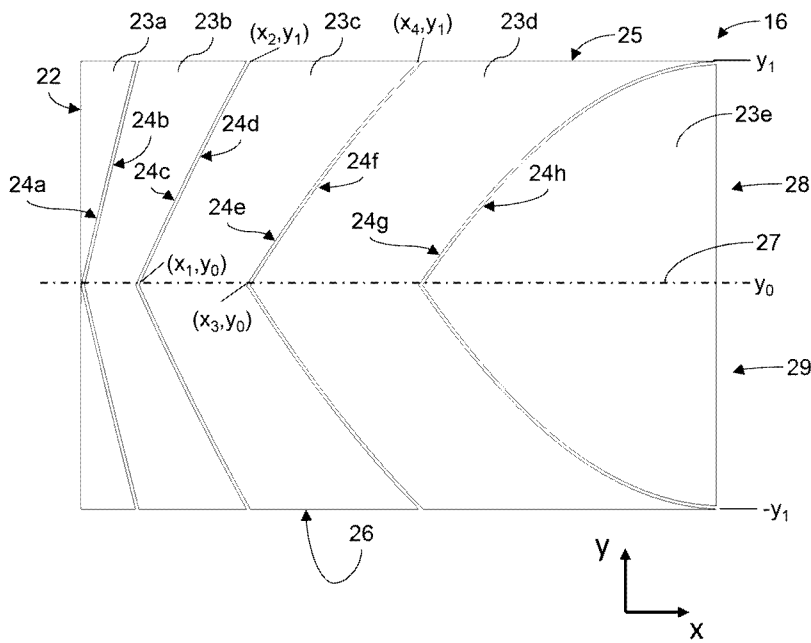
用於電解處理工件之電極和設備、用於形成該設備之單元的組件以及方法和電腦程式

(57)摘要

本發明提供一種用於電解處理工件(3)之設備(1)之電極，該設備(1)係經配置以遞送具有待處理之表面之該工件(3)經過且指向該電極之表面之類型，在該電極之至少此表面處劃分成段(23a至e)。該等段(23a至e)彼此緊挨地配置於第一方向(x)上。相鄰段(23a至e)沿著各自段邊緣(24a至f)彼此分離以便允許相鄰段(23a至e)維持於不同各自電壓下。在使用中，該等段邊緣(24a至f)至少部分地在第二方向(y)上自該第二方向(y)上之座標之共同值(y₀)延伸至該電極表面之至少一導電部分之邊緣(25、26)，該第二方向(y)橫向於該第一方向(x)且對應於該工件之移動方向。至少一對相鄰段(23a至e)之間的該等段邊緣(24a至f)沿著各自路徑延伸，該等各自路徑與該電極表面邊緣(25、26)所成之角度自該座標之該共同值(y₀)至該電極表面邊緣(25、26)係減小的。

An electrode for an apparatus (1) for electrolytically treating a workpiece (3), the apparatus (1) being of a type arranged to convey the workpiece (3) with a surface to be treated past and directed towards a surface of the electrode, is divided into segments (23a-e) at at least this surface of the electrode. The segments (23a-e) are arranged next to each other in a first direction (x). Adjacent segments (23a-e) are separated from each other along respective segment edges (24a-f) such as to allow adjacent segments (23a-e) to be maintained at different respective voltages. The segment edges (24a-f) extend at least partly in a second direction (y) from a common value (y₀) of a co-ordinate in the second direction (y) to an edge (25,26) of at least an electrically conducting part of the electrode surface, the second direction (y) being transverse to the first direction (x) and corresponding to a direction of movement of the workpiece, in use. The segment edges (24a-f) between at least one pair of adjacent segments (23a-e) extend along respective paths of which an angle to the electrode surface edge (25,26) decreases from the common value (y₀) of the co-ordinate to the electrode surface edge (25,26).

指定代表圖：



符號簡單說明：

- 16:陽極
- 22:近側電極邊緣
- 23a-e:段
- 24a-h:段邊緣
- 25:第一電極邊緣
- 26:第二電極邊緣
- 27:對稱線
- 28:第一半部
- 29:第二半部

【圖3】



I878447

【發明摘要】

【中文發明名稱】

用於電解處理工件之電極和設備、用於形成該設備之單元的組件以及方法和電腦程式

【英文發明名稱】

ELECTRODE AND APPARATUS FOR ELECTROLYTICALLY
TREATING A WORKPIECE, ASSEMBLY FOR FORMING A CELL OF
THE APPARATUS AND METHOD AND COMPUTER PROGRAM

【中文】

本發明提供一種用於電解處理工件(3)之設備(1)之電極，該設備(1)係經配置以遞送具有待處理之表面之該工件(3)經過且指向該電極之表面之類型，在該電極之至少此表面處劃分成段(23a至e)。該等段(23a至e)彼此緊挨地配置於第一方向(x)上。相鄰段(23a至e)沿著各自段邊緣(24a至f)彼此分離以便允許相鄰段(23a至e)維持於不同各自電壓下。在使用中，該等段邊緣(24a至f)至少部分地在第二方向(y)上自該第二方向(y)上之座標之共同值(y_0)延伸至該電極表面之至少一導電部分之邊緣(25、26)，該第二方向(y)橫向於該第一方向(x)且對應於該工件之移動方向。至少一對相鄰段(23a至e)之間的該等段邊緣(24a至f)沿著各自路徑延伸，該等各自路徑與該電極表面邊緣(25、26)所成之角度自該座標之該共同值(y_0)至該電極表面邊緣(25、26)係減小的。

【英文】

An electrode for an apparatus (1) for electrolytically treating a workpiece (3), the apparatus (1) being of a type arranged to convey the

workpiece (3) with a surface to be treated past and directed towards a surface of the electrode, is divided into segments (23a-e) at at least this surface of the electrode. The segments (23a-e) are arranged next to each other in a first direction (x). Adjacent segments (23a-e) are separated from each other along respective segment edges (24a-f) such as to allow adjacent segments (23a-e) to be maintained at different respective voltages. The segment edges (24a-f) extend at least partly in a second direction (y) from a common value (y_0) of a co-ordinate in the second direction (y) to an edge (25,26) of at least an electrically conducting part of the electrode surface, the second direction (y) being transverse to the first direction (x) and corresponding to a direction of movement of the workpiece, in use. The segment edges (24a-f) between at least one pair of adjacent segments (23a-e) extend along respective paths of which an angle to the electrode surface edge (25,26) decreases from the common value (y_0) of the co-ordinate to the electrode surface edge (25,26).

【指定代表圖】

圖3

【代表圖之符號簡單說明】

16: 陽極

22: 近側電極邊緣

23a-e: 段

24a-h: 段邊緣

25: 第一電極邊緣

26: 第二電極邊緣

27: 對稱線

28: 第一半部

29: 第二半部

【發明說明書】

【中文發明名稱】

用於電解處理工件之電極和設備、用於形成該設備之單元的組件以及方法和電腦程式

【英文發明名稱】

ELECTRODE AND APPARATUS FOR ELECTROLYTICALLY
TREATING A WORKPIECE, ASSEMBLY FOR FORMING A CELL OF
THE APPARATUS AND METHOD AND COMPUTER PROGRAM

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種用於電解處理工件之設備之電極，該設備係經配置以遞送具有待處理之表面之該工件經過且指向該電極之表面之類型，

其中該電極在該電極之至少此表面處劃分成段，

其中該等段彼此緊挨地配置於第一方向上，

其中相鄰段沿著各自段邊緣彼此分離以便允許相鄰段維持於不同各自電壓下，且

其中在使用中，該等段邊緣至少部分地在第二方向上自該第二方向上之座標之共同值延伸至該電極表面之至少一導電部分之邊緣，該第二方向橫向於該第一方向且對應於該工件之移動方向。

【0002】 本發明亦係關於一種用於形成電解處理設備之單元之組件。

【0003】 本發明亦係關於一種包括至少一個處理單元之電解處理設備。

【0004】 本發明亦係關於一種方法，該方法包括設計上述類型之電極之至少一電腦實施步驟。

【0005】 本發明亦係關於一種電腦程式。

【先前技術】

【0006】 自 網 際 網 路 : <URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1149/MA2013-02/29/2089/pdf>> 擷取之2013年11月1日ECS會議摘要，第224次會議，摘要# 2089之Yang, L.等人之「Copper plating uniformity on resistive substrate with segmented anode」係關於一種用來使用分段陽極改良電阻式基板上之晶圓級銅電鍍均勻性之方法。在此電鍍單元設置中，代替一個圓形陽極的是，使用可控制其等上之輸入電流之多個環形段。具體地揭示具有三個同心段之陽極組態。

【0007】 US 6,919,010 B1揭示一種陽極組件，其包含主要、方位角非對稱陽極及多個次要陽極段。工件位於陽極組件上方且繞與陽極組件之中心軸實質上對準之軸旋轉。在典型實施例中，工件之覆蓋區(至少大致上)對應於陽極組件之周邊。最初，為了將大比例離子電流提供至工件之中央區(靠近旋轉軸)，僅非對稱陽極被通電且提供電流。當終端效應最嚴重時，在電鍍程序之此初始階段期間，由該等段佔據之組件區不提供任何顯著電流。因此，在任何給定時刻，工件周邊之相對大區段未定位於陽極之頂部上方(或以其他方式與陽極之任何部分對準)。電鍍單元具有用於固持電解質之容器。晶圓固持器固持晶圓，該晶圓在其上具有晶種層。電路將電鍍電流可變地分配至兩個陽極(主要非對稱陽極及次要非對稱陽極)之各者。

【0008】 EP 1 419 290 B1揭示一種用於電路板之水平電鍍系統，其包括彼此前後配置於該等電路板之輸送方向上之上陽極及下陽極。工件，在此情況下電路板，由至少一個夾具固持，被電接觸且自一個陽極輸送至下一陽極。電流經由接觸件及夾具饋送至電路板。陽極被劃分成橫向於輸送方向劃分之個別電隔離陽極段。陽極段連同電路板上之基層一起形成電解部分單元。各部分單元自單獨電流源(例如其自身段整流器)被饋送電流。待處理之電路板構成其上層待金屬化之部分單元之陰極。在實施例中，描繪陽極段之分離線與工件之輸送方向成角度 $\alpha > 0$ 延伸。給定分離線之足夠大傾斜度與因此陽極及絕緣體之分段之足夠大傾斜度，待生產之電路板之幾乎所有區域皆在各陽極之絕緣區域上方或下方短暫地延伸。以此方式，絕緣體對層厚度之影響予以平衡。在較佳實施例中，在電路板之側邊緣區中、特別是在接近夾具之區中相對於輸送方向之角度 α 應被選擇為小於遠移(接觸件遠移)區中之角度，因為在基層中歸因於在接近夾具之區中產生之大電流所致之每單位長度之電壓下降實質上大於在自夾具移除之區中。

【0009】 藉由增加段之數目，可使跨工件之電流密度更均勻，但歸因於段之間的絕緣體亦佔用一些表面積之事實，因此對此存在限制。此外，將段維持於個別各自電壓位準下所要之整流器之數目之相關聯增加會增加電鍍系統之複雜性及成本。在實踐中，工件上之塗層之厚度之可達變動不大於13%。

【0010】 可藉由影響電解質流動來達成進一步改良。在具有分段陽極之電流系統中(其中在該等陽極與工件之間設置呈有孔板形式之屏蔽裝置)，將插頭插入至特定孔中。然而，確定待塞入哪些孔係複雜的且實際

插入係耗時的。插頭圖案取決於陽極與工件表面之間的距離。因此，必須針對遞送工件所經過之陽極之各者單獨地確定此圖案且若待處理具有不同初始厚度之工件，則必須確定且設定新圖案。即使如此，厚度變動仍不比7%好多少。

【發明內容】

【0011】 本發明之目的係提供一種允許在第一方向上跨工件之範圍之至少大部分獲得電流密度之改良式均勻性之電極、組件、電解處理設備、方法及電腦程式。

【0012】 根據第一態樣，此目的藉由根據本發明之電極來達成，其中至少一對相鄰段之間的段邊緣沿著各自路徑延伸，該等各自路徑與電極表面邊緣所成之角度自座標之共同值至電極表面邊緣係減小的。

【0013】 該電極可用作例如用於電鍍呈面板或箔之形式之平面工件之化學電鍍設備之單元中之陽極。該電極亦可用作蝕刻設備中之陰極。在此使用化學電鍍設備之實例來解釋該電極之效應。

【0014】 在此設備中，垂直地或水平地遞送工件通過電解質。遞送具有待處理之表面之工件經過且指向電極表面，該兩個表面係本質上平行的。在待處理之表面與電極表面之間可能存在非導電結構，例如屏蔽結構。

【0015】 在電鍍程序開始時，在工件之表面上僅存在例如憑藉氣相沈積或無電電鍍沈積之非常薄的導電層。夾具僅在一個或兩個邊緣處(在橫向於移動方向之第一方向上所見)電接觸工件。與電解質之電阻相較，薄導電層之電阻相對較大。因此，彼層之表面處之電壓在第一方向上相對急劇地下降。在電極不分段之情況下(在電鍍實例中用作陽極)，夾具或若

干夾具附近將存在大電流密度。由於自工件表面通過電解質浴至陽極之電流密度確定層厚度增加之速率，因此電流密度之非均勻性導致電鍍材料之經沈積層之厚度之非均勻性。

【0016】 所提議電極在面對待電鍍之表面之至少電極表面處劃分成段。此等段相互電隔離或弱耦合，使得其等可藉由個別各自整流器固持於不同電壓下。可個別地控制自各段傳遞至工件表面之電流。因為該等段彼此緊挨地配置於第一方向(工件表面處之電壓下降所沿之方向)上，所以可維持跨電解質浴之更均勻電壓差。

【0017】 相鄰段沿著各自段邊緣彼此分離。在使用中，此等段邊緣部分地在第二方向上延伸，第二方向橫向於第一方向且對應於工件之移動方向。

【0018】 該等段邊緣自第二方向上之座標之共同值延伸至電極表面之至少一導電部分之邊緣。該座標之共同值可對應於第二方向上之相對邊緣。在其中該等段邊緣之路徑由彼此互為鏡像之兩個區段組成之情況下，其可替代地對應於電極之中間。該等段邊緣通常將延伸至電極之導電部分之邊緣處之各自端點。在第二方向上位於各自端點處之座標之值通常將與此等端點處之彼座標之平均值偏離小於10%，例如小於5%。在大多數實施例中，在第二方向上位於各自端點處之座標之值將係相同的。因此，該邊緣將本質上係筆直的。用於電解處理工件之設備之電極通常係此情況，其中該設備係經配置以遞送工件經過該電極之表面之類型。否則，將無法跨工件之寬度(對應於第一方向)均等地處理工件。此外，在使用中，接著可呈列將此類型之多個電極配置於對應於工件之移動方向之第二方向上，而在連續電極之間沒有大的不均勻間隙。

【0019】 若該等段邊緣僅在第二方向上延伸—此意謂其等將係直線—結果將係工件表面上之線，其中分離相鄰段之邊緣之間隙防止電流流動通過電解質浴。此外，在該等段邊緣之座標之間，即，在對應於電極段之區段內，仍將存在第一方向上之電流密度之非均勻性。

【0020】 藉由以下事實抵消後效應：至少一對相鄰段之間的段邊緣沿著各自路徑延伸，該等各自路徑與電極表面邊緣所成之角度自座標之共同值至電極表面邊緣係減小的。因為該角度減小，所以該等路徑並非直線，而是曲線或分段線性曲線。在第一方向上之各座標處，該工件在不同各自持續時間內經過兩個段，其中該等持續時間之間的比非線性地變化以補償工件表面上之導電層中之非線性電壓下降。因此，平均電流密度在第一方向上相對均勻。遠離該等邊緣之中央區至少係此情況，因為歸因於電解質之流動及工件之接觸所致之邊緣效應可能係非均勻性之進一步原因。

【0021】 任何一對相鄰段之間的段邊緣通常將具有相同形狀。各段之相對段邊緣可沿著具有不同形狀之各自路徑延伸。

【0022】 在實施例中，至少在第一方向上所見之電極之各半部內，該等路徑在第一方向上沿相同指向自座標之共同值延伸至電極表面邊緣。

【0023】 即，該等路徑皆在相同方向上、至少在第一方向上所見之電極之各半部內傾斜。在第一方向上沿著自第二座標處於共同值所在之點至電極表面邊緣之路徑行進之假想觀察者之各路徑之移動方向具有相同符號。該符號沿著各路徑之範圍皆相同，即，沿著該路徑不變，且對於所有有關路徑(所有路徑或在各個各自半部內之所有路徑)亦係如此。針對其中在兩個相對邊緣處接觸工件之應用，該等路徑僅在該電極之各半部內、在第一方向上沿相同指向自座標之共同值延伸至電極表面邊緣。針對其中在

僅一個邊緣處接觸工件之應用，所有路徑在第一方向上沿相同指向自座標之共同值延伸至電極表面邊緣。

【0024】 在實施例中，自座標之共同值至電極表面邊緣之路徑係曲線。

【0025】 與分段線性曲線相較，此實施例達成更均勻的電流密度平均值。

【0026】 在實施例中，在第二方向上所見，電極表面之至少導電部分包括兩個半部，其中一個半部中之段邊緣之各自區段係另一半部中之段邊緣之各自區段相對於定位於座標之共同值處之對稱線之鏡像。

【0027】 此允許該等路徑具有更高傾斜度。彼繼而幫助避免上文所提及之剝落效應，該剝落效應歸因於工件表面之區段僅經過或幾乎僅經過段之間的非導電間隔。

【0028】 在實施例中，各段之段邊緣之第一者之路徑上之電極表面邊緣處之點在相同座標值處或在第一方向上自彼段之段邊緣之另一者之路徑上之座標之共同值處之點移除。

【0029】 若一人將第一方向上之座標標記為 x 座標且將第二方向上之座標標記為 y 座標，則段之第一邊緣自 y 座標之共同值(y_0)處之點(x_1, y_0)延伸至電極表面邊緣處之點(x_2, y_1)。該段之第二邊緣自 y 座標之共同值 y_0 處之點(x_3, y_0)延伸至電極表面邊緣處之點(x_4, y_1)。在此實施例中， $x_3 \geq x_2$ 。因此，不存在第一方向上之座標 x 之值，其中工件表面經過相鄰段之間的絕緣阻障上方或上方一次或兩次以上。此外，工件表面上之各點面對至多兩個段電壓，從而簡化包括電極之設備單元之組態。

【0030】 在實施例中，至少在第一方向上所見之電極之各半部內，

對應於座標之共同值處之段之邊緣之間的距離之段之寬度在第一方向上自一段至另一段係增大的。

【0031】 此進一步考量以下事實：工件表面處之電壓在其中接觸工件之邊緣處最急劇地下降。若電極意欲用於其中藉由確定其電壓之夾具將工件固持於兩個邊緣處之應用，則在第一方向上所見，上述條件將適用於電極之各半部內，其中寬度在兩個半部接合之位置處最小。

【0032】 在實施例中亦達成此效應，其中至少在第一方向上所見之電極之各半部內，在一對相鄰段之間的一對段邊緣之路徑之電極表面邊緣處與該表面邊緣處所成之角度在第一方向上自一對至另一對係增加的。

【0033】 在第一方向上最接近電接觸工件所在之電極邊緣之段邊緣具有相對小傾斜度，而自彼電極邊緣進一步移除之段邊緣具有相對大傾斜度。在此同樣地，若電極意欲用於其中藉由確定其電壓之夾具將工件固持於兩個邊緣處之應用，則在第一方向上所見，上述條件將適用於電極之各半部內，其中針對最接近兩個半部接合之位置之對，角度最小。

【0034】 在實施例中，該電極包括網狀電極。

【0035】 特定而言，電極表面及因此段表面可由網狀物形成。效應係電解質可流動通過該電極。因此可相對均勻地補充該電極與工件表面之間的電解質。此均勻補充可在不於該電極與工件之間設置導管或類似物之情況下達成。此繼而允許達成相對均勻的電流密度平均值。

【0036】 在實施例中，若不可藉由執行根據本發明之方法來獲得，則該電極至少根據可藉由執行根據本發明之方法獲得之設計。

【0037】 根據另一態樣，根據本發明之用於形成電解處理設備之單元之組件包括根據本發明之至少一個電極。

【0038】 例如，當然在用於同時處理平面工件之兩側之單元中可存在兩個此等電極。該單元進一步包含用於用電解質填充工件表面與該電極之間的空間之至少一個裝置。此至少一個裝置可經組態以使電解質循環，使得電解質透過在第一方向上位於該電極之邊緣處之窗口流出工件表面與該電極之間的空間。

【0039】 該單元之實施例進一步包括至少一個屏蔽裝置，該至少一個屏蔽裝置在第一方向及第二方向上延伸於該至少一個電極之一者之電極表面前方。

【0040】 此實施例幫助防止電極與工件之間的接觸，特別是在工件係僅支撐於工件之邊緣之一或多者處之相對薄工件之情況下。該屏蔽裝置亦可用來影響待處理工件之表面與電極表面之間的電場。該屏蔽裝置可特別是用來例如藉由補償邊緣效應而改良電流密度平均值之均勻性。

【0041】 在此實施例之實例中，該屏蔽裝置包括板，該板具備可滲透液體且分佈於第一方向及第二方向上之多個貫穿通道。

【0042】 效應係電解質可流動通過該屏蔽裝置。因此，可在不於電極與工件之間設置導管或類似物之情況下相對均勻地補充電極與工件表面之間的電解質。該等通道之分佈及/或大小可局部非均勻以便補償其他非均勻性。局部允許更多電解質通過會降低浴電阻且增加電流密度，因此補償歸因於其他結構或邊緣效應所致之電場之畸變。規則流動可在該等通道根據網格均勻地且規則地以特定節距分佈之情況下達成。滲透性之局部增加可藉由局部互連相鄰通道來達成。滲透性之局部減小可藉由在網格上之特定位置處局部省略通道來達成。

【0043】 在此實例之特定版本中，所有路徑在第一方向上沿相同指

向自座標之共同值延伸至電極表面邊緣，且在該板之條帶中、在第二方向上沿著該板之邊緣延伸於隨著該等路徑自座標之共同值前進至電極表面邊緣由該等路徑近接之電極表面之邊緣前方之貫穿通道之整個液體滲透區域低於在相同寬度之板之相鄰平行條帶中。

【0044】 在該板之條帶中、在第二方向上沿著該板之邊緣延伸、於隨著該等路徑自座標之共同值前進至電極表面邊緣、由該等路徑近接之電極表面之邊緣前方之貫穿通道之整個液體滲透區域可低於相同寬度之板之所有平行條帶之平均值。當所有路徑在第一方向上沿相同指向自共同座標延伸至電極表面邊緣時，該電極經組態用於與在僅一個邊緣處電接觸之工件一起使用。在屏蔽裝置板之面對工件之相對邊緣之邊緣處之條帶相對不可滲透液體。在此邊緣處存在窗口，電解質可透過該窗口流出屏蔽裝置與工件表面之間的空間。在沒有相對封閉條帶之情況下，在其邊緣處將達成相對高的電流密度平均值。此將引起形成於包括該組件之電鍍設備中之層之局部增加的厚度。換言之，在屏蔽裝置板之邊緣處最遠離定位於電極被夾持之位置處之邊緣之假想條帶相對不可滲透液體。

【0045】 在該組件之實施例之實例中(其中該單元進一步包括至少一個屏蔽裝置，該至少一個屏蔽裝置在第一方向及第二方向上於至少一個電極之一者之電極表面前方延伸，且該屏蔽裝置包括板，該板具備可滲透液體且分佈於第一方向及第二方向上之多個貫穿通道)，針對各段，至少一個電接觸件經設置於具有第一方向上之座標之各自位置處，且在該板之條帶中、在第二方向上於第一方向上之座標處延伸之貫穿通道之整個液體滲透區域低於在相同寬度之相鄰平行條帶中。

【0046】 使較少電解質通過之條帶補償原本將在電接觸件之第一方

向上之座標處建立之增加的電流密度平均值。

【0047】 在該組件之實施例之實例中(其中該單元進一步包括至少一個屏蔽裝置，該至少一個屏蔽裝置在第一方向及第二方向上於至少一個電極之一者之電極表面前方延伸，且該屏蔽裝置包括板，該板具備可滲透液體且分佈於第一方向及第二方向上之多個貫穿通道)，該板由在橫向於該板之方向上延伸且定位於具有第一方向上之座標之相關聯位置之至少一個緊固件固定，該緊固件在該板之位於該電極遠側之表面處具有具特定寬度之截面，其中在具有特定寬度之板之條帶之區段中、在第二方向上於第一方向上之座標處延伸之貫穿通道之整個液體滲透區域高於在相同寬度之相鄰平行條帶之相鄰區段中。

【0048】 該緊固件防止電流流動。此係因為即使由導電材料製成，該緊固件亦充當電絕緣元件。藉由該緊固件所在之條帶之剩餘部分對該電解質具有較高滲透性之事實補償此效應。

【0049】 在該組件之實施例之實例中(其中該單元進一步包括至少一個屏蔽裝置，該至少一個屏蔽裝置在第一方向及第二方向上延伸於至少一個電極之一者之電極表面前方，且該屏蔽裝置包括板，該板具備可滲透液體且分佈於第一方向及第二方向上之多個貫穿通道)，在該板之條帶中、在第二方向上沿著該板之邊緣延伸於該電極之邊緣(該等路徑隨著其等自座標之共同值前進至電極表面邊緣而自該邊緣分出)前方之整個液體滲透區域高於在相同寬度之板之相鄰平行條帶中。

【0050】 在該板之條帶中、在第二方向上沿著該板之邊緣延伸於隨著該等路徑自座標之共同值前進至電極表面邊緣由該等路徑近接之電極表面之邊緣前方之貫穿通道之整個液體滲透區域可低於相同寬度之板之所有

平行條帶之平均值。

【0051】 在該板之條帶中、在第二方向上沿著該板之邊緣延伸於該電極之邊緣(該等路徑隨著其等自座標之共同值前進至電極表面邊緣而自該邊緣分出)前方之貫穿通道之整個液體滲透區域可特別高於相同寬度之板之所有平行條帶之平均值。在電接觸工件所在之電極之邊緣前方、在屏蔽裝置之板之邊緣處使更多電解質通過該板。與直接自電極至電接觸工件之夾具或類似裝置之電流流動相反，此促進電流流動通過工件表面。

【0052】 在該組件之實施例之實例中(其中該單元進一步包括至少一個屏蔽裝置，該至少一個屏蔽裝置在第一方向及第二方向上延伸於至少一個電極之一者之電極表面前方，且該屏蔽裝置包括板，該板具備可滲透液體且分佈於第一方向及該第二方向上之多個貫穿通道)，該板由電絕緣材料製成。

【0053】 此尤其簡化該板之安裝。用於安裝該板之緊固件通常將必須至少在該板與電極之間延伸於遠離邊緣之位置處。該等緊固件可由導電材料製成。

【0054】 該組件之實施例進一步包括至少一個進一步電極，該至少一個進一步電極在第二方向上沿著該至少一個電極之一者之邊緣且在橫向於第一方向及第二方向之第三方向上延伸。

【0055】 該進一步電極在第二方向上且在橫向於第一方向及第二方向之方向上延伸。該進一步電極可特別是設置於面對工件邊緣、例如藉由一或多個夾具電接觸工件所在之分段電極邊緣處。在分段電極用作陽極之情況下，該進一步電極亦經配置以用作陽極，且在本文中亦稱為夾具陽極。夾具陽極係一種其在第三方向及第二方向上之尺寸比第一方向上之尺

寸大一個數量級(十倍或甚至一百倍)之結構。在使用中，夾具陽極具備受控電流，以便影響其中由夾具接觸工件之邊緣附近之工件上之金屬沈積。因為夾具可能未被完全屏蔽，所以與工件相反，來自分段陽極之一些電流將以其他方式流動至夾具。一方面，夾具陽極防止電流自分段陽極流動至夾具及工件之邊緣條帶。另一方面，歸因於電流自分段陽極流動至夾具而非工件，夾具陽極補償金屬沈積之任何減少。在其中分段電極及進一步電極用作陰極且工件在邊緣處接觸以用作陽極之實施例中獲得類似效應。

【0056】 在此實施例之特定實例中，在進一步電極與分段電極之間設置電絕緣遮罩。此電絕緣遮罩可採取在進一步電極之面對分段電極之表面上之表面層之形式。

【0057】 根據另一態樣，根據本發明之電解處理設備包括至少一個處理單元，該處理單元包括根據本發明之至少一個組件。

【0058】 如所提及，該電解處理設備可用於電鍍或蝕刻，即，用於在該工件之表面上建置或破壞導電材料層。

【0059】 該電解處理設備之實施例包括複數個處理單元及用於遞送工件通過該等單元且在該等單元之間遞送工件之遞送系統。

【0060】 該遞送系統可為其中工件之表面本質上垂直地延伸之垂直遞送系統，或其中隨著工件移動通過該等單元且在該等單元之間移動工件表面本質上水平地延伸之水平遞送系統。

【0061】 在此實施例之實例中，該遞送系統包括至少一個夾具，該至少一個夾具用於將平面工件可釋放地固持於平面工件之邊緣處同時遞送該工件通過該等單元且在該等單元之間遞送該工件。

【0062】 該工件可在自由至少一個夾具固持該工件所在之邊緣移除

之區中保持不受支撐。此幫助防止工件表面之磨損。亦改良處理均勻性，因為在該工件與該電極之間不存在支撐結構，但在由至少一個夾具固持該工件之工件邊緣或若干工件邊緣處除外。因此，即使在該遞送系統係水平遞送系統之情況下，亦可在一個單元中之兩側上處理該工件。該遞送系統各工件可每工件使用一個以上夾具。至少一個夾具可經安裝於循環鏈或皮帶上。各夾具可在第一單元處自動地封閉且在遞送工件所通過之一系列單元之最後一者處自動地與工件脫離。該遞送系統可包括用於在第一方向(即，橫向於移動方向之方向)上將工件固持於兩個相對邊緣處之夾具。在彼情況下，經施加電流之饋送點可為相對於工件之對稱線之鏡像。

【0063】 在該實例之特定版本中，至少一個夾具之至少一者包括臂，該臂包括用於在壓向工件之主表面時電接觸工件之導電部分，使得工件可用作電極。

【0064】 因此，該工件既固持於特定電位下又被遞送通過該設備。因為使用夾具，所以在待處理之表面處電接觸該工件。

【0065】 在特定實例中，除用於接合該工件之主表面之表面區段之外，用於接合該工件之臂之至少一端區段包括被電絕緣屏蔽物覆蓋之導電芯部分。

【0066】 此幫助避免臂之塗佈或剝落且藉由迫使電流流動通過工件表面上之導電層，促進工件表面之處理，其中由該夾具固持此表面。

【0067】 根據另一態樣，根據本發明之方法包括設計根據本發明之電極之至少一步驟，其中該設計步驟包含確定該等路徑之形狀。

【0068】 該電極因此可適合於其中待使用電極之處理單元之組態。例如，在多單元設備中，該等路徑形狀在用於不同單元之電極之間可不

同。該等路徑形狀可特別是取決於以下項之至少一者而確定：段之數目，電極表面在第一方向上之範圍，電解質之電阻率，工件與電極表面之間的距離，工件表面處之導電層之電阻率及厚度，及電極表面在第二方向上之範圍。

【0069】 在該方法之實施例中，確定該等路徑之形狀包含確定第一方向上之座標之多項式(例如，二次多項式)之係數，該多項式表示第二方向上之座標。

【0070】 在至電極表面上之平面圖中，自第二方向上之座標之共同值至電極表面邊緣之路徑因此將至少基於多項式，例如拋物線之區段。該設計步驟之進一步步驟可包含將偏差疊加至拋物線或高次多項式上。確定該等係數之程序可為迭代程序。

【0071】 在實施例中，藉由計算電壓下降函數來獲得該等係數，該電壓下降函數係第一方向上之座標之函數且表示在第一方向上沿著工件表面之電壓變化。

【0072】 該電壓下降函數可為二次多項式函數。該等係數可對應於藉由電極表面在第一方向上之尺寸縮放且除以相鄰段之間的電壓差之電壓下降函數之係數，該等相鄰段之邊緣沿著待確定其形狀之路徑延伸。

【0073】 該方法之實施例進一步包含根據設計製造電極。

【0074】 根據另一態樣，根據本發明之電腦程式包括指令，該等指令在由電腦執行該程式時致使該電腦實行根據本發明之方法之設計步驟。

【0075】 該電腦程式可體現於一或多個電腦可讀非暫時性儲存媒體中。

【圖式簡單說明】

【0076】 將參考隨附圖式進一步詳細地描述本發明，其中：

【0077】 圖1係電解處理設備之非常示意性的俯視平面圖；

【0078】 圖2係用於接觸遞送通過電解處理設備之工件之夾具臂之截面詳圖；

【0079】 圖3係用於電解處理設備之單元之陽極之表面之示意性平面圖；

【0080】 圖4係對應於圖3但至陽極之相對側上之平面圖；

【0081】 圖5係用於放置於陽極與工件之間的屏蔽裝置之平面圖；

【0082】 圖6係屏蔽裝置之區段之詳圖；

【0083】 圖7係繪示用來獲得陽極之方法中之步驟之圖；

【0084】 圖8係繪示圖7之步驟之一者之實施方案之圖；

【0085】 圖9係繪示陽極與工件之段之間的電壓差、工件與陽極之間的電解質浴中之電壓下降及面對陽極之工件表面上之導電層中之電壓下降之圖；

【0086】 圖10係陽極之一個半部之示意性平面圖以繪示如何確定段邊緣形狀；

【0087】 圖11係展示段之目標電流密度平均值之確定中之第一階段之圖；

【0088】 圖12係展示目標電流密度平均值之確定之結果之圖；及

【0089】 圖13係展示藉由模擬包括圖3、圖4及圖10中所繪示之類型之陽極與如圖5及圖6中所展示之屏蔽裝置之單元來計算的沿著工件長度之位置處之電流密度與平均電流密度之百分比偏差之圖。

【實施方式】

【0090】電鍍設備1包括用於電鍍平面工件3a至f之數個處理單元2a至d。平面工件3a至f可為例如主要由介電材料製成之箔或面板。平行於工件平面之表面在本文中稱為主表面。待由設備1電鍍此等主表面之至少一者。此包含電鍍通過工件3a至f之任何通路之側壁或工件3a至f中之溝槽之側壁。

【0091】在此僅描述及繪示電解電鍍設備1。此設備1之前通常將係用於實現初步處理步驟(包含燒蝕、去污、離子活化及無電沈積)以在工件3a至f上形成導電前體層之設備。

【0092】定義第一方向x係方便的，工件3a至f之尺寸在本文中亦稱為寬度。橫向於第一方向x之第二方向y對應於工件3a至f通過設備1之移動方向。

【0093】設備1包括界定循環電解質浴之包殼4。輥子5a至c支撐工件3a至f直至進入包殼4之入口點，其中輥子5a至c由遞送系統6接合，該遞送系統6示意性地展示為包括用於在近側邊緣8a至f處接合工件3a至f之主表面之一系列夾具7。遠側邊緣9a至d經定位於在本文中稱為各單元2a至d之窗口之處，其中電解質流出單元2a至d。在所繪示實施例中，工件3a至f未固持於遠側邊緣9a至d處。工件3a至f亦未由邊緣8、9之間的任何固體結構支撐。然而，工件3a至f經浸入於電解質中。在替代實施例中，可提供支撐元件。在第一方向x上所見，工件3a至f亦可經夾持於兩側上。

【0094】夾具7自動地在工件3a至f進入包殼4時接合工件3a至f且在工件3a至f離開包殼4時脫離。夾具7經支撐於循環皮帶10上，該循環皮帶10可為具有齒形輪廓之皮帶或例如由一或多個鼓11a、b驅動之鏈，該循環皮帶10經配置於該一或多個鼓11a、b周圍且由該一或多個鼓11a、b支撐

該循環皮帶10。

【0095】 應注意，圖1係示意性的。在實際實施方案中，夾具7將延伸至單元2a至d中，使得工件3a至f在其等近側邊緣8a至f處僅很少突出或根本不突出。

【0096】 夾具7在工件3a至f之各側上包括臂12 (圖2)。臂12包括被電絕緣屏蔽物14覆蓋之導電芯部分13，除用於接合工件3之主表面之表面區段15之外。接合工件3之該夾具7或各夾具7形成電路之部分，該電路包括用作陰極之工件3及陽極16。

【0097】 在用於電鍍工件3之兩個主表面之單元2中，該配置係鏡像的。本論述將僅集中於用於電鍍工件3之一個主表面之部件，在所繪示實施例中該主表面面向上。

【0098】 該實例之陽極16包括兩個層17、18 (圖2)。在替代實施例中，可存在一個層或甚至多個層。接近工件3之至少一下層18包括網狀區段。該網狀物可滲透電解質。上層17亦可為網狀層或如所在所繪示實例中，由有孔板區段製成之層。電解質因此可流動通過陽極16朝向工件3。

【0099】 包括由電絕緣材料製成且具備貫穿通道之屏蔽板19之屏蔽裝置位於陽極16與工件3之間。屏蔽板19用來防止歸因於工件3與陽極16之間的接觸所致之短路。在一些實施例中可省略屏蔽板19。屏蔽板19在第一方向x及第二方向y上延伸於面對工件3之陽極表面前方。屏蔽板19可與陽極16本質上共同延伸。在所繪示實施例中，存在稍微偏差，如將解釋。

【0100】 在所繪示實施例中，夾具陽極20 (圖2)在第二方向y上沿著接近夾具7之邊緣22 (圖3及圖4)且在橫向於第一方向x及第二方向y之第三

方向 z 上延伸。夾具陽極20具備單獨控制的電流供應器(未詳細展示)。夾具陽極20在一定程度上經配置以防止電流自陽極16流動至夾具7或工件3之位於工件3之邊緣(其中由夾具7接觸工件3)處之區。另外，夾具陽極20藉由提供至工件3之額外電流流動來補償金屬在夾具7而非工件3上之沈積。此進一步有助於形成於工件3上之層之均勻性。若工件3係印刷電路板，則夾具陽極20提供電鍍邊緣區，通常高達25 mm寬，此係在後續處理階段進行接觸所需的。

【0101】 在實施例中，夾具陽極20之面對陽極16之表面21被電絕緣材料覆蓋。此係有用的，因為獨立於來自陽極16之電流而控制來自夾具陽極20之電流，使得在兩個電流之間可能存在電位差。

【0102】 至少其表面面對工件3之陽極16之層18被劃分成段23a至e。相鄰段23a至e沿著各自段邊緣24a至h彼此分離(圖3)。相鄰段23之間的段邊緣24a至e形成一對。該對可藉由間隙或藉由電絕緣材料而分開。電絕緣材料之間隙或分離條帶之寬度對可提供之段23a至e之數目施加限制，但無需確定段23a至e之最大數目。

【0103】 在任何情況下，間隔意謂段23a至e相互電絕緣。歸因於工件3與陽極16之間的電解質以及工件3之表面上之導電起始層係導電的，因此存在小耦合。段23a至e之分離方式使得允許相鄰段23a至e維持於不同各自電壓下。該耦合低於需要經控制以將可調整電流施加至各個別段23a至e所需之範圍。各段與夾具器7之電壓差可藉由相關聯各自整流器(未展示)獨立地控制。此電壓差將稱為陽極夾具電壓 U_{ci} ，其中 i 係自在第一方向 x 上接近夾具7之段23a開始計數之段23之數目。

【0104】 段邊緣24a至e部分地在第二方向 y 上自 y 座標之共同值 y_0 延

伸至在第一方向 y 上延伸之第一電極邊緣25。在所繪示實施例中，段邊緣24a至e亦部分地在第二方向 y 上沿相反指向自 y 座標之共同值 y_0 伸至在第一方向 x 上延伸之第二電極邊緣26。因此，第一電極邊緣25及第二電極邊緣26係相對邊緣。一對稱線27經定位於 y 座標之共同值 y_0 處。在第二方向 y 上所見，陽極16可被認為包括兩個半部28、29。

【0105】 段邊緣24a至e沿著各自路徑延伸，該等各自路徑與第一電極邊緣25所成之角度自 y 座標之共同值 y_0 至第一電極邊緣25係減小的。再者，與第二電極邊緣26所成之角度自 y 座標之共同值 y_0 至第二電極邊緣26係減小的。

【0106】 第一半部28及第二半部29之第一半部28中之段邊緣24a至e之區段在第一方向 x 上沿相同指向自 y 座標之共同值 y_0 處之點伸至第一電極邊緣25，即， x 座標之值沿著朝向第一電極邊緣25之路徑增加。第二半部29中之段邊緣24a至e之區段在第一方向 x 上沿相同指向自 y 座標之共同值 y_0 處之點伸至第二電極邊緣26，即， x 座標之值沿著朝向第二電極邊緣26之路徑增加。

【0107】 在所繪示實施例中，段邊緣24a至e之路徑係曲線。在其他實施例中，其等可為分段線性曲線。

【0108】 在所繪示實施例中，各段23a至e之段邊緣24a至h之第一者之路徑上之第一電極邊緣25處之點具有與彼段23a至e之段邊緣24a至h之另一者之路徑上之共同值 y_0 處之點相同的 x 座標或更小的 x 座標值。以第三段23c為例(圖3)，第一段邊緣24d自點 (x_1, y_0) 伸至點 (x_2, y_1) 。第二段邊緣24e自點 (x_3, y_0) 伸至點 (x_4, y_1) ，其中 $x_4 \geq x_3$ 。因此，工件3之表面上之各點面對至多兩個電極段23a至e。

【0109】自近側電極邊緣22開始計數段23a至e，對應於 y 座標之共同值 y_0 處之段邊緣24a至h之間的距離之段23a至e之寬度在 x 方向上自一段至另一段係增加的。段23a至e逐漸變寬，此反映以下事實：當僅在近側電極邊緣22處接觸工件3時，工件3之表面處之電壓在彼邊緣22處沿 x 方向最急劇地變化。

【0110】段邊緣24a至e亦在 x 方向上逐漸變得更加彎曲。換言之，在一對相鄰段23a至e之間的一對段邊緣24a至h之路徑之第一電極邊緣25處與該第一電極邊緣25所成之角度在 x 方向上自一對至另一對係增加的(形成此對之段邊緣24a至h之路徑之形狀本質上相同)。此適用於與第二電極邊緣26所成之角度，但作必要修正。

【0111】屏蔽板19具備本質上規則分佈之多個貫穿通道，其中一些相鄰通道經互連以形成具有較大截面積之單個通道且在特定位置處省略通道(參見圖6)。

【0112】自圖4之俯視圖將明白，陽極16具備延伸至下層18以接觸段23a至e之電接觸件30a至f。電接觸件30a至f經設置於具有各自 x 座標之各自位置處。在第二方向 y 上延伸於對應 x 座標處之屏蔽板19之條帶中之整個通道區域小於相同寬度之相鄰平行條帶中之整個通道區域。此寬度通常將近似電接觸件30a至f之寬度。因此，抵消電流直接流動至電接觸件30a至f之位置之趨勢。

【0113】以類似方式，屏蔽板19由在橫向於屏蔽板19之方向上延伸且定位於具有各自 x 座標之相關聯位置處之至少一個緊固件31a至g (為了清楚起見，在圖5中僅展示一些緊固件)固定。緊固件31在屏蔽板19之位於陽極16遠側之表面處具有具特定寬度之截面。在具有特定寬度之屏蔽板

19之條帶之區段中、在第二方向 y 上於 x 座標處延伸之通道之整個截面積高於在相同寬度之相鄰平行條帶之相鄰區段中。換言之，滲透性在其中緊固件31附接至屏蔽板19之位置之任一側之條帶區段中增加以補償緊固件31表現為非導電元件但由導電材料製成之事實。

【0114】 屏蔽板19亦經組態以補償邊緣效應。

【0115】 在使用中，在第一方向 x 上接近夾具7之近側屏蔽板邊緣32(圖5)具有不規則形狀。此相對於相同寬度之相鄰平行條帶中之對應整個液體滲透區域增加在該板之條帶中、在第二方向 y 上沿著彼近側屏蔽板邊緣32延伸之整個液體滲透區域。否則，將存在沿著工件3之邊緣之電流密度減小。該減小原則上並非問題，但局部減小引起工件3之相鄰條帶之增加。此藉由近側屏蔽板邊緣32處之滲透性之增加來避免。因為該等通道具有相同大小且規則地分佈(具有相同節距)，所以結果係不規則的近側屏蔽板邊緣32。

【0116】 遠側屏蔽板邊緣33經組態以抵消電流密度之急劇減小，特別是若工件3在第一方向 x 上所具有之範圍小於陽極16及屏蔽板19。在屏蔽板19之條帶中、在第二方向 y 上沿著遠側屏蔽板邊緣33延伸之通道之整個液體滲透區域低於在相同寬度之相鄰平行條帶中。此幫助避免沿著工件3之對應遠側邊緣9形成電鍍材料之肋。

【0117】 在獲得陽極16之方法中，忽略相鄰段23a至e之間的間隔，如圖9及圖10中所繪示。各段邊緣24a至h係二次多項式。在第一方向 x 上所見，各段邊緣24a至h(但最後一個邊緣除外)之第一電極邊緣25處之點在相同於下一段邊緣24a至h之共同值 y_0 處之點之座標值 x 處。段23a至e之數目及陽極16之尺寸亦係固定的。在此等約束內，仍需找到定義段邊緣

24a至h之二次多項式之係數，以及相對於夾具之電位差 U_{c_i} ，其中 i 指示在第一方向 x 上自近側段23a開始計數之段23a至e之數目。

【0118】在第一方向 x 上所見，跨第 i 個段之中心處之浴之電位差係 U_{mb_i} 。工件3上之表面層中之對應位置與夾具位置之間的電壓差係 U_{m_i} ，假定夾具在原點，即 $x=0$ 。參考圖9，獲得以下方程式：

$$U_{mb} = U_c - U_m \quad (1),$$

$$U_m = \frac{a/3(x_{i+1}^3 - x_i^3) + b/2(x_{i+1}^2 - x_i^2) + c(x_{i+1} - x_i)}{x_{i+1} - x_i} \quad (2)。$$

【0119】虛線圖(圖9)展示電壓目標分佈。應注意， U_m 僅僅係在工件3上之表面層之與段23a至e之特定者相對之段中之平均電壓。表面層中之電壓下降係二次多項式。

【0120】在設計程序之第一步驟34 (圖7)中，獲得設計參數。此等參數包含工件3上之導電材料層之厚度、工件3在第一方向 x 及第二方向 y 上之尺寸、電解質之電阻率、工件3之表面與陽極16之表面之間的距離及工件3上之導電材料之電阻率。進一步要求係標稱電流密度平均值，該平均值遍及陽極16之區域。根據此結果，各段23a至e之目標電流密度平均值，根據公式：

$$CDA[i] = m \cdot i^p + n \quad (3),$$

其中 i 係段數目， p 係根據經驗確定之固定值且 m 及 n 之值伴隨取最終段之標稱電流密度平均值(例如，在所繪示實施例中 $i=5$)及第一段($i=1$)之特定值，此係透過試誤法來確定。圖11及圖12中繪示此程序。圖11展示對第一段 $CDA[1]$ 中之電流密度平均值取過大值之結果。圖12展示將此值向下調整為適當值之結果。使用方程式(3)獲得所有其他段23a至e之電流密度平均值之值。

【0121】 在下一步驟35中，確定段邊緣之路徑之形狀。

【0122】 如圖8中所繪示，此步驟35涉及根據方程式(3)對各段23a至e之目標電流密度平均值進行初始化(步驟36)及計算(步驟37)。

【0123】 此後接續一系列步驟迭代。

【0124】 首先(步驟38)，針對各段23a至e計算電流密度平均值。此涉及將第一半部28劃分成在第一方向x上自近側電極邊緣22延伸至相對邊緣之窄條帶，各條帶在第二方向y上具有相對小尺寸。利用電壓下降函數及段電壓 U_{ci} 之值，可針對彼窄條帶計算各段23a至e之電流貢獻。接著將所有窄條帶之貢獻相加以找到各段23a至e之電流，將該電流除以彼段之面積。比較所得值與目標值且調整值 U_{ci} 以減小偏差(步驟39)。重複計算(步驟39、38)以使段23a至e之電流密度平均值更接近目標值或直至滿足另一停止準則(例如，特定數目次迭代)。

【0125】 接下來(步驟40)，調整段邊緣24a至h。

【0126】 圖10展示陽極16之第一半部28。虛線對應於當工件3在第二方向y上移動時工件3上之點所面對之路徑。在電鍍程序中，經沈積金屬之量與電荷 Q 成比例。電荷 Q 由電流 I 乘以時間 t 來定義：

$$Q = I \cdot t \quad (3)$$

【0127】 假定工件3之速度 v 係恆定的：

$$v = L/t, \quad (4)$$

其中 L 係陽極16之第一半部28在第二方向y上之尺寸。在第一方向x上之各位置處，時間 t 係相同的，使得電荷係電流 I 及工件3僅移動經過一個段23a至e之工件3上之各點之長度 L 之乘積。

【0128】 為了在第一方向x上達成各位置 $x[i]$ 之相等金屬沈積，經收

集電荷 Q 必須相同。此導致以下約束：

$$L_{S5,x[i]} \cdot I_{S5,x[i]} + L_{S4,x[i]} \cdot I_{S4,x[i]} = Q[i] \cdot v,$$

$$L_{S5,x[i+1]} \cdot I_{S5,x[i+1]} + L_{S4,x[i+1]} \cdot I_{S4,x[i+1]} = Q[i+1] \cdot v,$$

$$L_{S5,x[i+2]} \cdot I_{S5,x[i+2]} + L_{S4,x[i+2]} \cdot I_{S4,x[i+2]} = Q[i+2] \cdot v,$$

其中 v 及 Q 係常數。

【0129】 陽極段23a至e被劃分成在 y 方向上延伸之相同大小之窄條帶。各條帶延伸穿過兩個鄰近段23a至e。因為段23a至e處於不同電壓下，所以進入工件3之局部電流亦不同。沿著該等條帶之電流相加，此反映工件3經過整個陽極16前方之事實。

【0130】 工件3上之導電層經模型化為維電阻鏈，各電阻在 x 方向上具有對應於一個條帶至下一條帶之間的距離之長度。此允許一人模型化在電阻鏈之節點處進入之電流。根據此結果，電壓下降允許計算新電壓下降函數。此函數係二次多項式，如所提及。多項式之係數確定段邊緣24a至h之形狀，其等係對應二次多項式。利用第二步驟40中獲得之段邊緣24a至h之新形狀，該方法返回至段電壓 U_{ci} 之計算。

【0131】 重複迭代直至滿足中斷準則(例如，固定數目次迭代、電流密度平均值與目標值之特定最大偏差或類似物)。在一項特定實施例中，中斷準則係在調整段邊緣24a至h之步驟40中定義之條帶之各自電流貢獻係相等的(或相差小於預定的最大可允許偏差)。

【0132】 在可選進一步步驟41 (圖7)中，憑藉跨工件3之表面之模擬計算電流密度。接著，局部調整屏蔽板19之滲透性(可選步驟42)以便減小電流密度與平均值之偏差。此考量在計算段邊緣24a至h之形狀時忽略之相鄰段23a至e之間的間隔。迭代地實行兩個步驟41、42以達到屏蔽板19之

最佳孔分佈。

【0133】 最後(步驟43)，根據設計製造陽極16。

【0134】 此程序中設計之陽極16之模擬顯示，與平均電流密度之偏差跨工件3在第一方向 x 上之範圍保持於5%內(圖13)，除邊緣8、9處之小條帶之外。

【0135】 本發明不限於上文所論述之實施例，該等實施例可在隨附發明申請專利範圍之範疇內變動。例如，在沒有上文所論述之屏蔽板19之情況下亦可達成電流密度之均勻性之改良。

【符號說明】

【0136】

1: 設備

2a-d: 單元

3a-f: 工件

4: 包殼

5a-c: 輥子

6: 遞送系統

7: 夾具

8a-f: 近側工件邊緣

9a-d: 遠側工件邊緣

10: 皮帶

11a,b: 鼓

12: 臂

13: 芯部分

- 14: 芯部分屏蔽物
- 15: 芯部分表面區段
- 16: 陽極
- 17: 上層
- 18: 下層
- 19: 屏蔽板
- 20: 夾具陽極
- 21: 夾具陽極表面
- 22: 近側電極邊緣
- 23a-e: 段
- 24a-h: 段邊緣
- 25: 第一電極邊緣
- 26: 第二電極邊緣
- 27: 對稱線
- 28: 第一半部
- 29: 第二半部
- 30a-f: 電接觸件
- 31a-g: 緊固件
- 32: 近側屏蔽板邊緣
- 33: 遠側屏蔽板邊緣
- 34: 步驟(獲得設計參數)
- 35: 步驟(確定路徑形狀)
- 36: 步驟(初始化)

- 37: 步驟(計算各段之目標電流密度平均值)
- 38: 步驟(確定各段之實際電流密度平均值)
- 39: 步驟(調整段電壓)
- 40: 步驟(確定新段邊緣形狀)
- 41: 步驟(執行模擬)
- 42: 步驟(最佳化屏蔽板)
- 43: 步驟(根據設計製造陽極)

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種用於電解處理工件(3)之設備(1)之電極，其包括：

該設備(1)經配置以遞送具有待處理之表面之該工件(3)垂直地或水平地通過電解質並經過且指向該電極之表面，

其中該電極至少在指向所述待處理之表面的該電極之該表面上劃分成段(23a至e)，

其中該等段(23a至e)彼此緊挨地配置於第一方向(x)上，

其中相鄰段(23a至e)沿著各自段邊緣(24a至f)彼此分離以便允許相鄰段(23a至e)維持於不同各自電壓下，且

其中該等段邊緣(24a至f)至少部分地在第二方向(y)上自該第二方向(y)上之座標之共同值(y_0)延伸至該電極表面之至少導電部分之邊緣(25、26)，該第二方向(y)橫向於該第一方向(x)且對應於該工件之移動方向，

其中至少一對相鄰段(23a至e)之間的該等段邊緣(24a至f)沿著各自路徑延伸，該等各自路徑與該電極表面邊緣(25、26)所成之角度自該座標之該共同值(y_0)至該電極表面邊緣(25、26)係減小的。

【請求項2】

如請求項1之電極，

其中至少在該第一方向(x)上所見之該電極之各半部內，該等路徑在該第一方向(x)上沿相反指向之相同者自該座標之該共同值(y_0)延伸至該電極表面邊緣(25、26)，使得該等路徑皆在該相同方向上、至少在該第一方向(x)上所見之該電極之各半部內傾斜。

【請求項3】

如請求項1或2之電極，

其中自該座標之該共同值(y_0)至該電極表面邊緣(25、26)之該等路徑係曲線。

【請求項4】

如請求項1或2之電極，

其中在該第二方向(y)上所見，該電極表面之至少該導電部分包括兩個半部(28、29)，

其中一個半部(28、29)中之該等段邊緣(24a至f)之各自區段係另一半部(28、29)中之該等段邊緣(24a至f)之各自區段相對於定位於該座標之該共同值(y_0)處之對稱線(27)之鏡像。

【請求項5】

如請求項1或2之電極，

其中各段(23a至e)之該等段邊緣(24a至f)之第一者之路徑上之該電極表面邊緣(25、26)處之點在該第一方向(x)上係在與彼段(23a至e)之該等段邊緣(24a至f)之另一者之該路徑上之該座標之該共同值(y_0)處之點相同的座標值處或自該點移動。

【請求項6】

如請求項1或2之電極，

其中對應於在該座標之該共同值(y_0)處之段(23a至e)之該等邊緣(24a至h)之間的距離之該等段(23a至e)之寬度自一段(23a至e)至另一段(23a至e)係增大的，使得該等段(23a至e)隨在該第一方向(x)上距電極邊緣(22)之距離逐漸變寬，或

其中在該第一方向(x)上所見，此條件適用於該電極之各半部內。

【請求項7】

如請求項1或2之電極，

其中在一對相鄰段(23a至e)之間的一對段邊緣(24a至f)之該等路徑之該電極表面邊緣(25、26)處與該表面邊緣所成之角度隨在該第一方向(x)上距電極邊緣(22)之距離自一對至另一對係增大的，或

其中在該第一方向(x)上所見，此條件適用於該電極之各半部內。

【請求項8】

如請求項1或2之電極，其中在該電極表面上之平面圖中所見，自該第二方向(y)上之該座標之該共同值(y_0)至該邊緣(25、26)之各路徑係至少基於多項式。

【請求項9】

一種用於形成電解處理設備(1)之單元(2a至e)之組件，

其中該組件包括至少一個如請求項1至8中任一項之電極(16)。

【請求項10】

如請求項9之組件，其進一步包括至少一個屏蔽裝置，該至少一個屏蔽裝置在該第一方向及該第二方向(x、y)上於該至少一個電極(16)之一者之該電極表面前方延伸。

【請求項11】

如請求項10之組件，

其中該屏蔽裝置包括板(19)，該板(19)具備可滲透液體且分佈於該第一方向及該第二方向(x、y)上之多個貫穿通道。

【請求項12】

一種電解處理設備，其包括至少一個處理單元(2a至e)，該處理單元

(2a至e)包括至少一個如請求項9至11中任一項之組件。

【請求項13】

一種用於獲得電極之方法，其包括設計如請求項1至8中任一項之電極(16)之至少一電腦實施步驟(34至42)，

其中該設計步驟(34至42)包含確定該等路徑之形狀。

【請求項14】

如請求項13之方法，

其中確定該等路徑之該等形狀包含確定(35)該第一方向(x)上之該座標之多項式之各自係數，該多項式表示該第二方向(y)上之座標，且

其中在該電極表面上之平面圖中所見，自該第二方向上之該座標之該共同值(y_0)之各路徑對應於具有各自係數集、視情況具有疊加偏差之該多項式。

【請求項15】

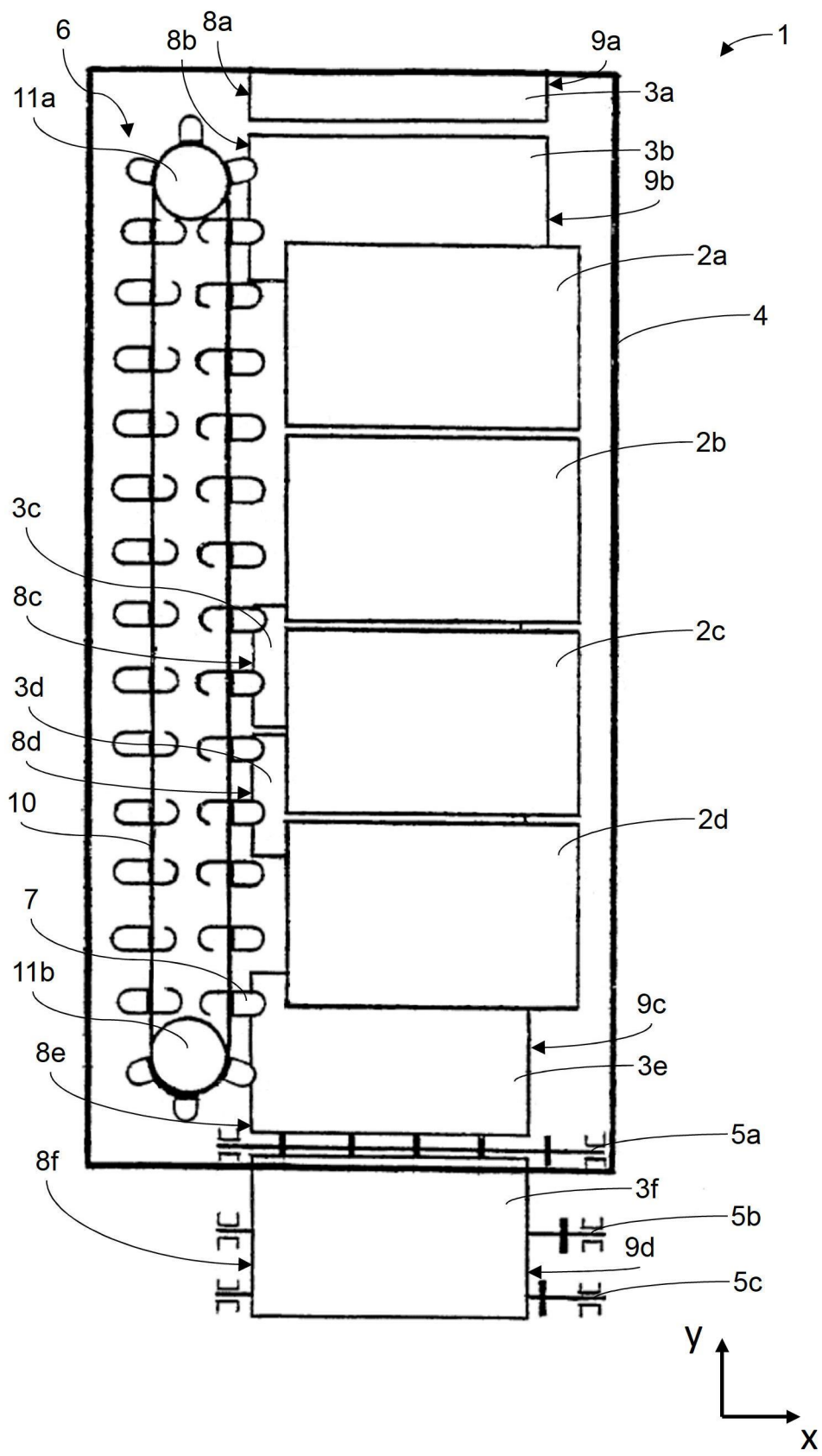
如請求項14之方法，

其中藉由計算電壓下降函數來獲得該等係數，該電壓下降函數係該第一方向(x)上之該座標之函數且表示在該第一方向(x)上沿著該工件(3)之該表面之電壓變化。

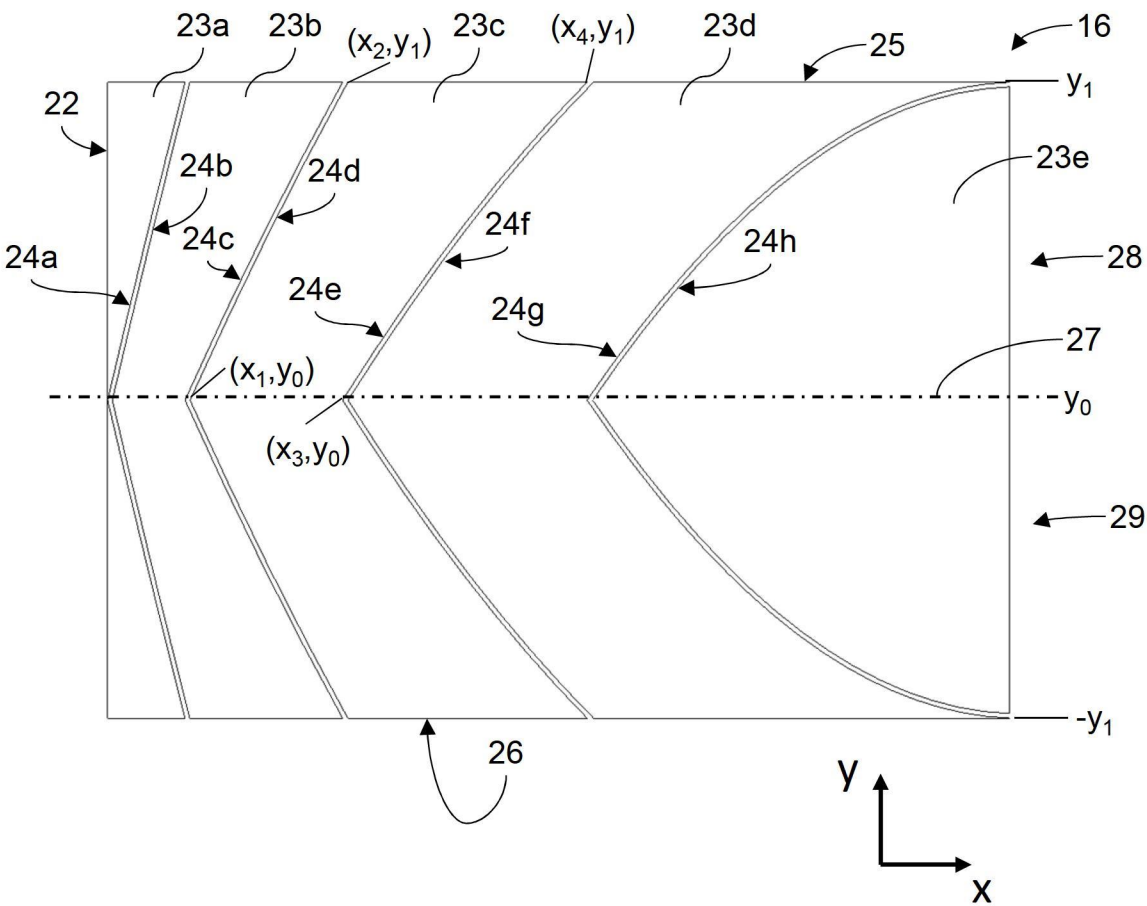
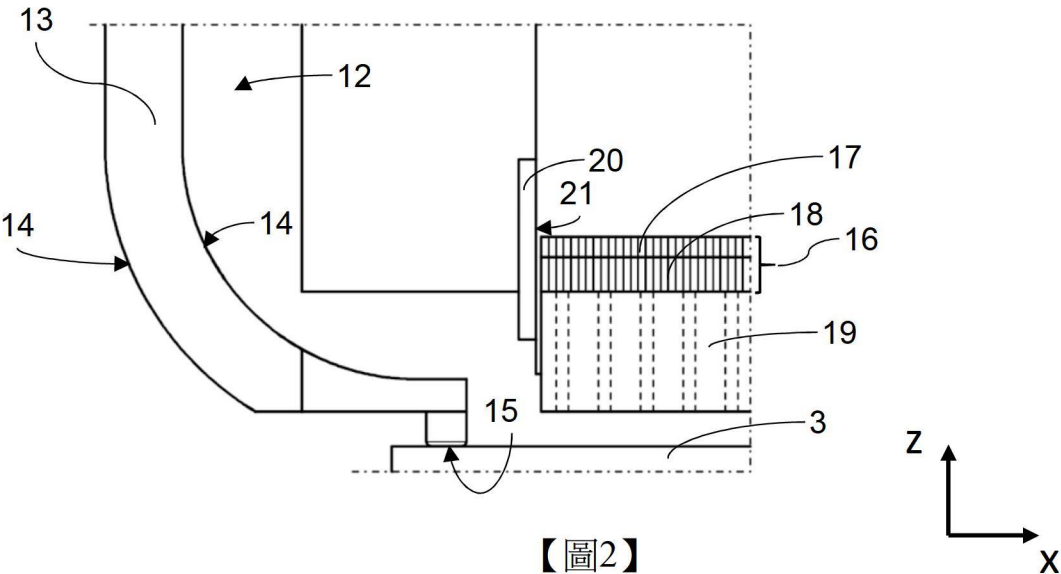
【請求項16】

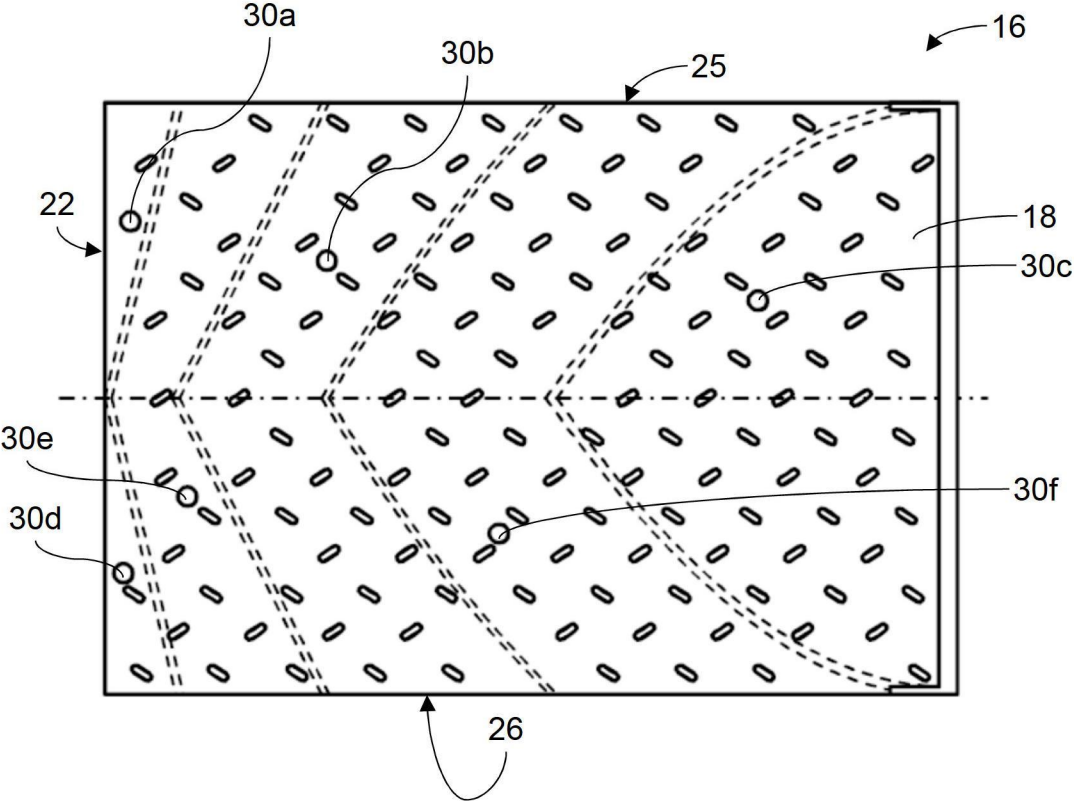
一種電腦程式，其包括指令，該等指令在由電腦執行該程式時致使該電腦實行如請求項13至15中任一項之方法之設計步驟(34至42)。

【發明圖式】

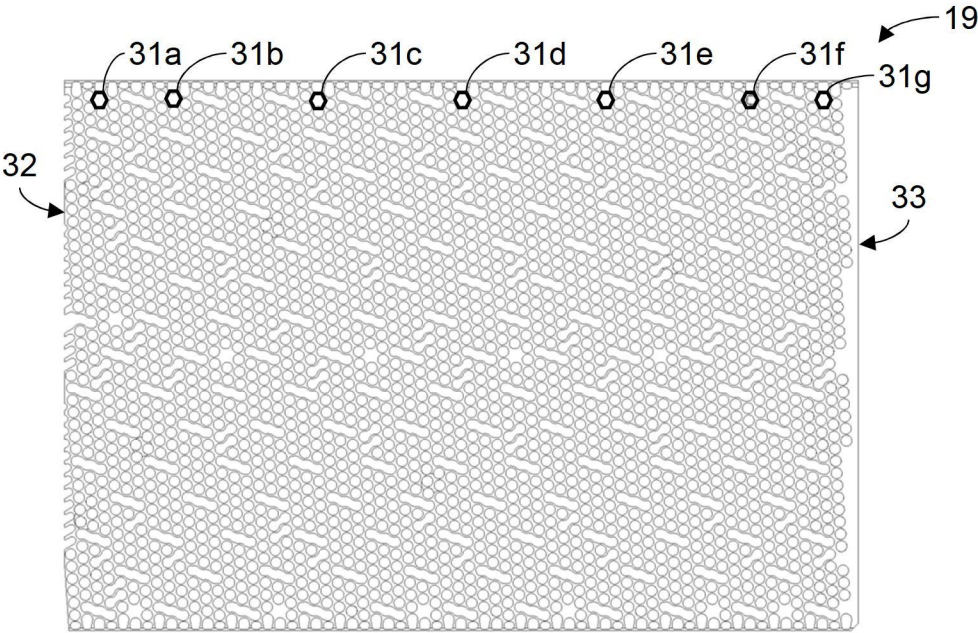


【圖1】

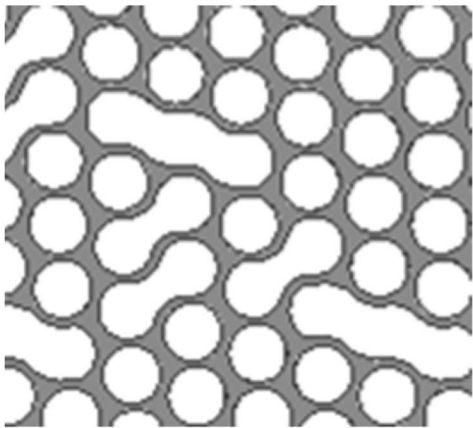




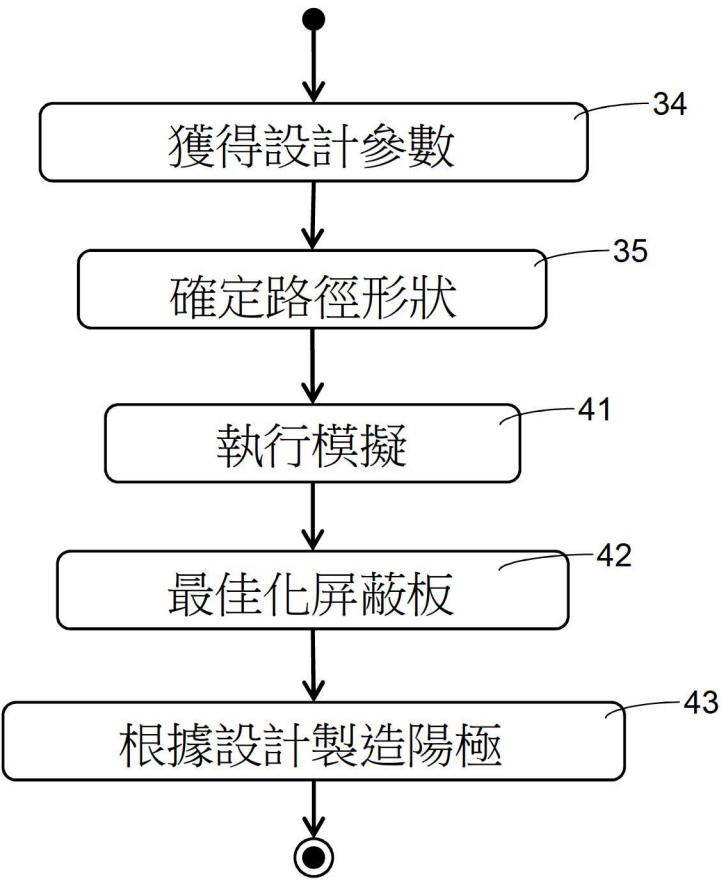
【圖4】



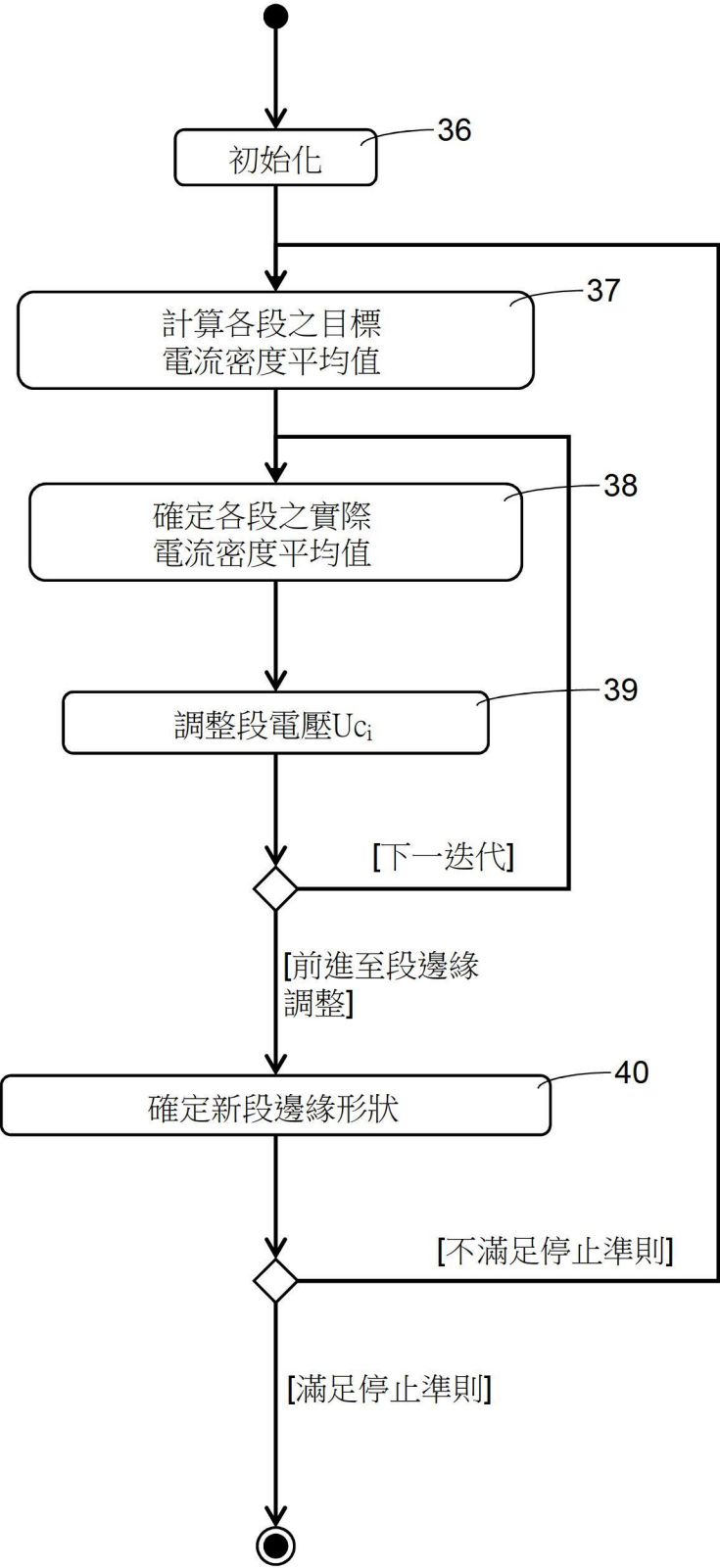
【圖5】



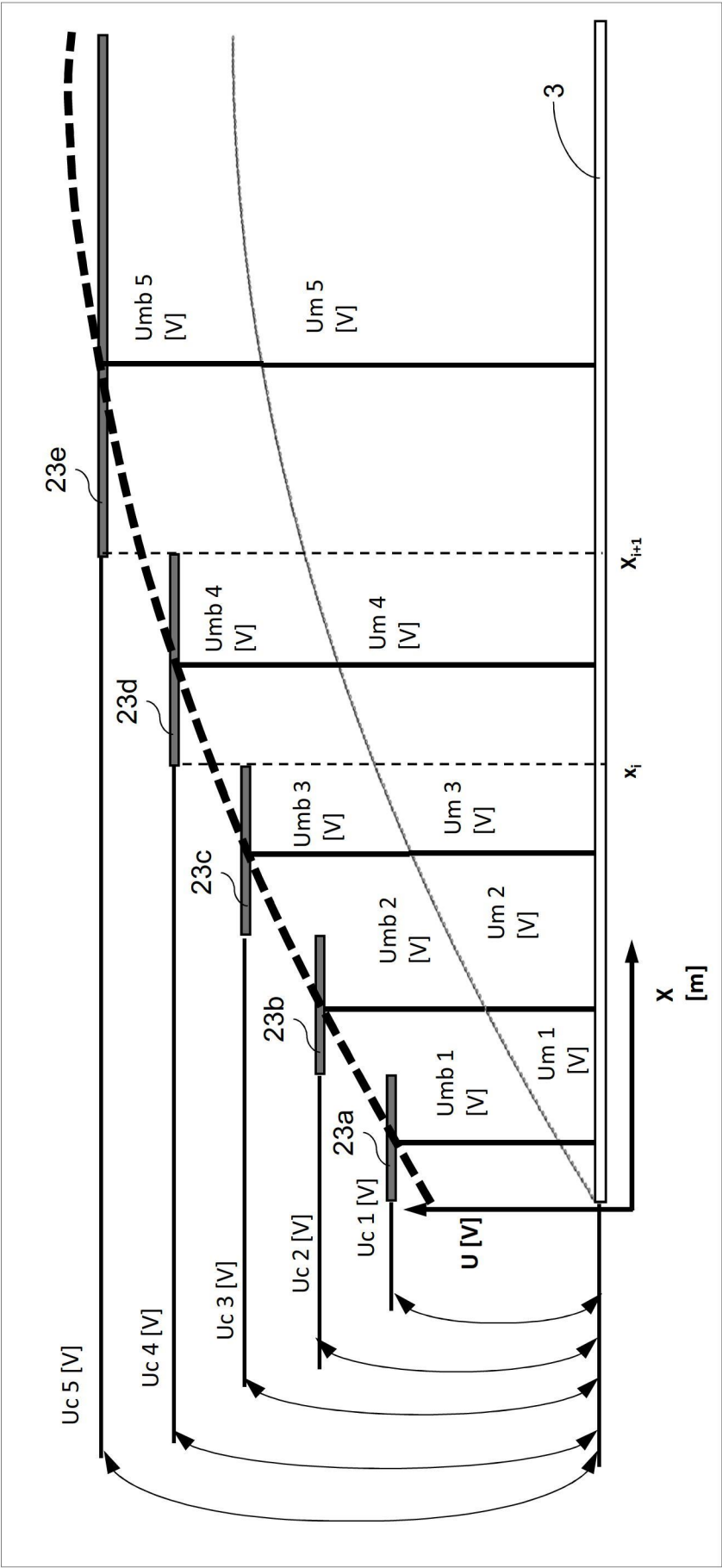
【圖6】



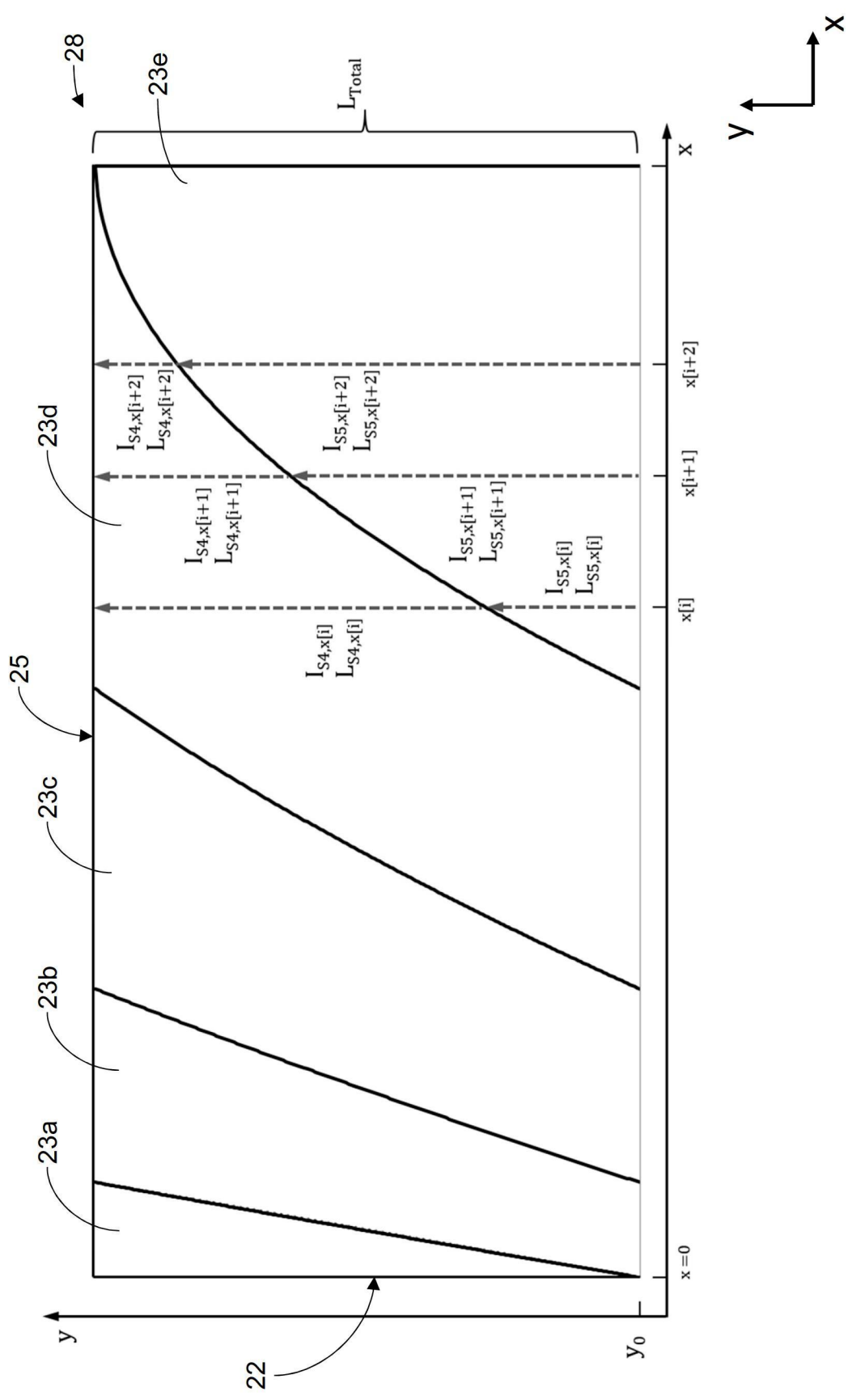
【圖7】



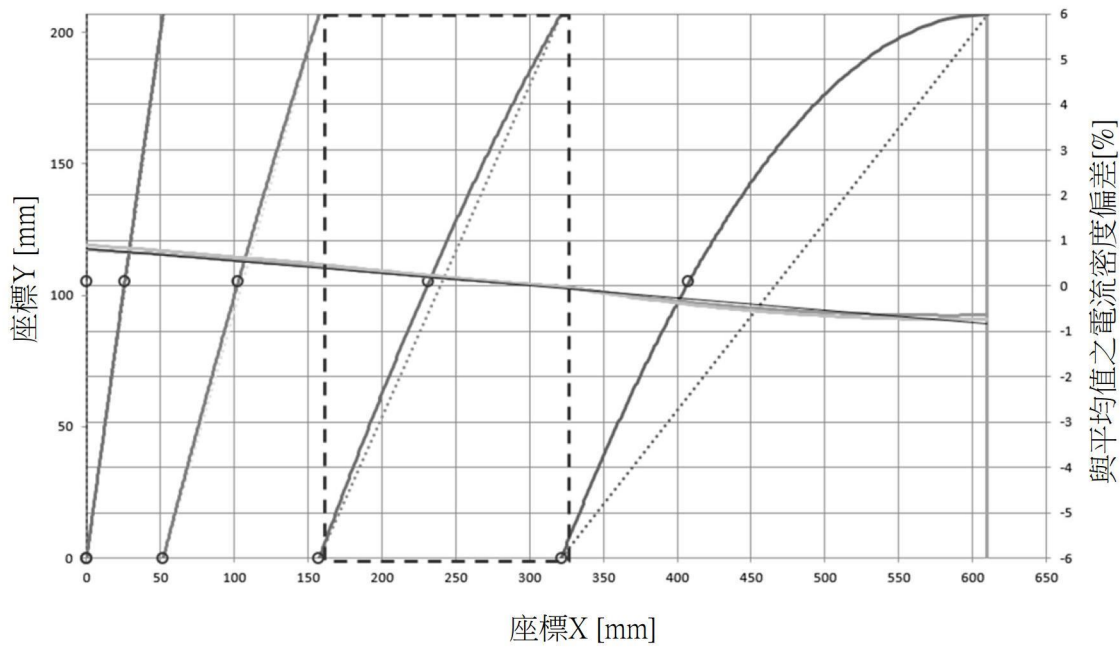
【圖8】



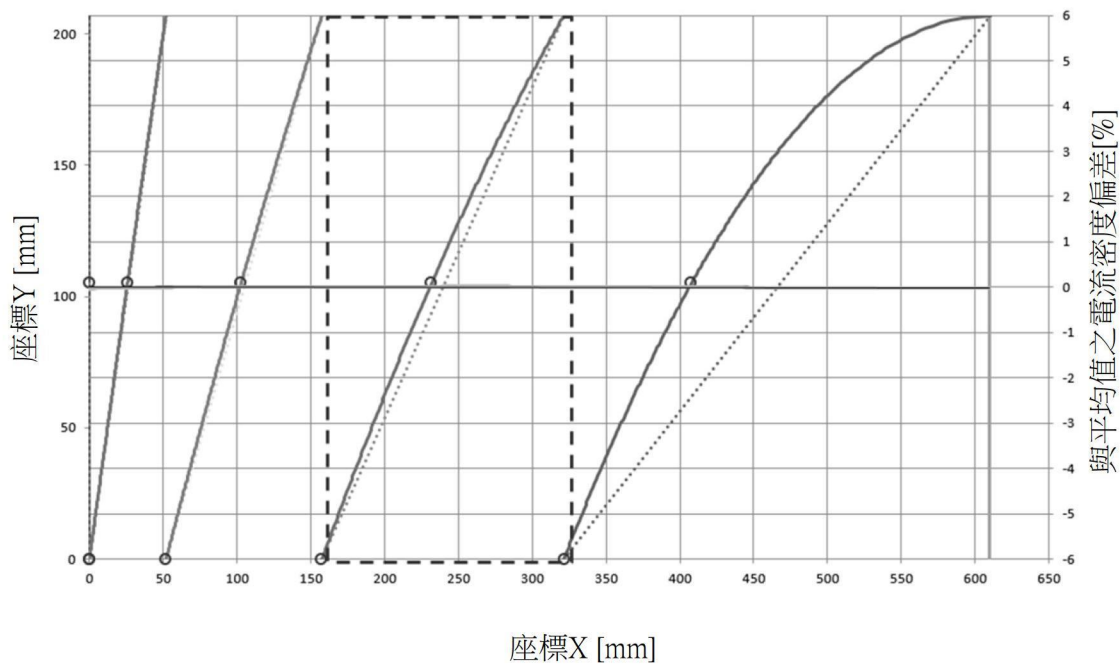
【圖9】



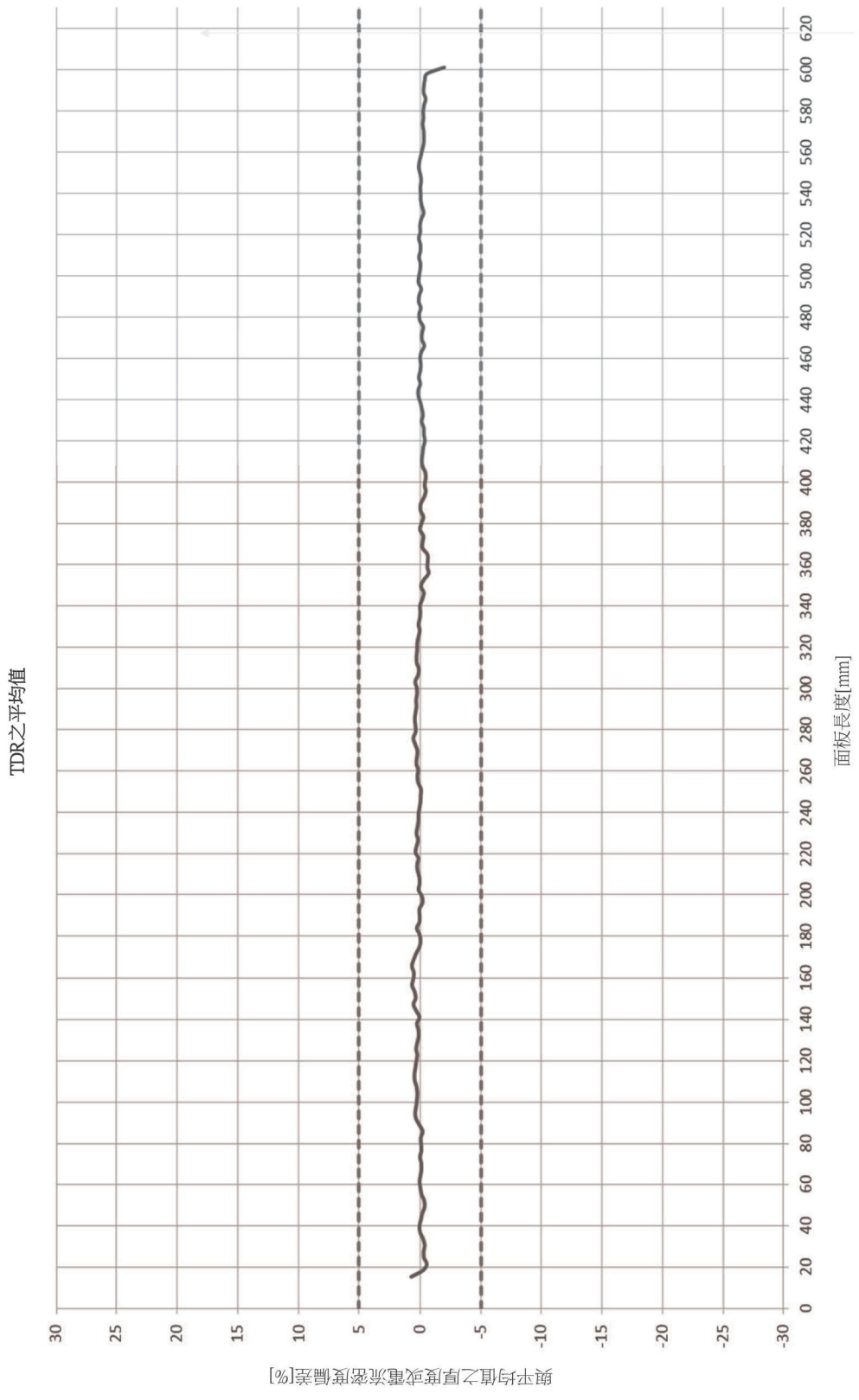
【圖10】



【圖11】



【圖12】



【圖13】