



---

(21) 申請案號：110143060

(22) 申請日：中華民國 110 (2021) 年 11 月 18 日

(51) Int. Cl. : **G06F30/17 (2020.01)**

(71) 申請人：財團法人工業技術研究院 (中華民國) INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE (TW)

新竹縣竹東鎮中興路四段 195 號

(72) 發明人：楊倍驊 YANG, BEI-HUA (TW)；劉楊倫 LIU, YANG-LUN (TW)；張仁杰 CHANG, JEN-CHIEH (TW)

(74) 代理人：葉璟宗；卓俊傑

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：9 項 圖式數：10 共 33 頁

---

(54) 名稱

加工路徑生成方法、電腦程式產品與加工路徑生成系統

(57) 摘要

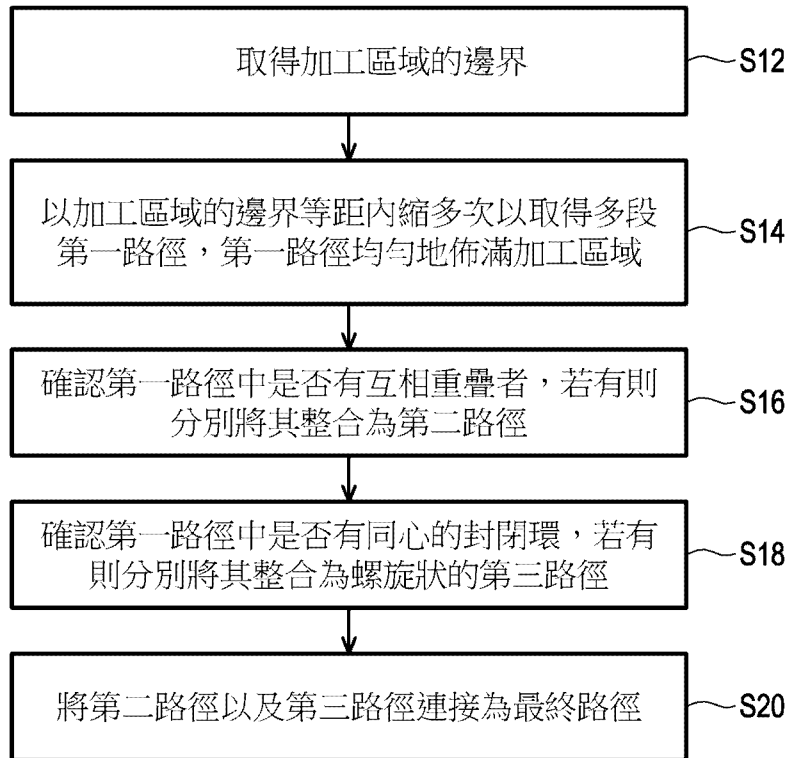
一種加工路徑生成方法、電腦程式產品與加工路徑生成系統。加工路徑生成方法包括下列步驟。取得一加工區域的邊界。以加工區域的邊界等距內縮至少一次以取得多段第一路徑。第一路徑均勻地佈滿加工區域。確認第一路徑中是否有互相重疊者，若有則分別將其整合為一第二路徑。確認第一路徑中是否有同心的封閉環，若有則分別將其整合為螺旋狀的一第三路徑。將第二路徑以及第三路徑連接為一最終路徑。

A processing path generation method, a computer programming product and a processing system are provided. The processing path generation method includes the following steps. A boundary of a processing area is obtained. Retracting from the boundary of the processing area for at least one time in equal distances to obtain multiple first paths. The first path evenly covers the processing area. Check whether there are overlaps between the first paths, and if so, integrate them into a second path. Check whether there are concentric closed loops in the first paths, and if so, integrate them into a third path in spiral-shape. The second paths, and the third paths are connected into a final path.

指定代表圖：

符號簡單說明：

S12~S20:步驟



【圖1】

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】加工路徑生成方法、電腦程式產品與加工路徑生成系統

【英文發明名稱】 PROCESSING PATH GENERATION METHOD, COMPUTER PROGRAMMING PRODUCT AND PROCESSING PATH GENERATION SYSTEM

【中文】一種加工路徑生成方法、電腦程式產品與加工路徑生成系統。加工路徑生成方法包括下列步驟。取得一加工區域的邊界。以加工區域的邊界等距內縮至少一次以取得多段第一路徑。第一路徑均勻地佈滿加工區域。確認第一路徑中是否有互相重疊者，若有則分別將其整合為一第二路徑。確認第一路徑中是否有同心的封閉環，若有則分別將其整合為螺旋狀的一第三路徑。將第二路徑以及第三路徑連接為一最終路徑。

【英文】 A processing path generation method, a computer programming product and a processing system are provided. The processing path generation method includes the following steps. A boundary of a processing area is obtained. Retracting from the boundary of the processing area for at least one time in equal distances to obtain multiple first paths. The first path evenly covers the processing area. Check whether there are overlaps between the

first paths, and if so, integrate them into a second path. Check whether there are concentric closed loops in the first paths, and if so, integrate them into a third path in spiral-shape. The second paths, and the third paths are connected into a final path.

【指定代表圖】圖1。

【代表圖之符號簡單說明】

S12~S20:步驟

【特徵化學式】

無

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 加工路徑生成方法、電腦程式產品與加工路徑生成系統

【英文發明名稱】 PROCESSING PATH GENERATION METHOD,  
COMPUTER PROGRAMMING PRODUCT AND PROCESSING  
PATH GENERATION SYSTEM

### 【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種路徑生成方法、電腦程式產品與路徑生成系統，且特別是有關於一種加工路徑生成方法、電腦程式產品與加工路徑生成系統。

### 【先前技術】

【0002】 現行的加工路徑生成方法主要由人工於電腦輔助設計（CAD）軟體規劃，耗費大量時間、人力，且經驗方法難以規則化與傳承，致使加工品質管控不易。

【0003】 另外，市面販售的電腦輔助製造（CAM）軟體僅提供金屬加工常用路徑形式，無法自動產生符合需求路徑，需經過人工修改，使生產周期延長。

### 【發明內容】

【0004】 本發明提供一種加工路徑生成方法、電腦程式產品與加工路徑生成系統，可解決依靠人工規劃路徑所產生的問題。

**【0005】** 本發明的加工路徑生成方法包括下列步驟。取得一加工區域的邊界。以加工區域的邊界等距內縮至少一次以取得多段第一路徑。第一路徑均勻地佈滿加工區域。確認第一路徑中是否有互相重疊者，若有則分別將其整合為一第二路徑。確認第一路徑中是否有同心的封閉環，若有則分別將其整合為螺旋狀的一第三路徑。將第二路徑以及第三路徑連接為一最終路徑。

**【0006】** 本發明的電腦程式產品經由電腦載入程式後執行下列步驟。取得一加工區域的邊界。以加工區域的邊界等距內縮至少一次以取得多段第一路徑。第一路徑均勻地佈滿加工區域。確認第一路徑中是否有互相重疊者，若有則分別將其整合為一第二路徑。確認第一路徑中是否有同心的封閉環，若有則分別將其整合為螺旋狀的一第三路徑。將第二路徑以及第三路徑連接為一最終路徑。

**【0007】** 本發明的加工路徑生成系統包括一記憶體以及一處理器。記憶體用以儲存一程式。處理器耦接記憶體，用以載入程式後執行下列步驟。取得一加工區域的邊界。以加工區域的邊界等距內縮至少一次以取得多段第一路徑。第一路徑均勻地佈滿加工區域。確認第一路徑中是否有互相重疊者，若有則分別將其整合為一第二路徑。確認第一路徑中是否有同心的封閉環，若有則分別將其整合為螺旋狀的一第三路徑。將第二路徑以及第三路徑連接為一最終路徑。

**【0008】** 在本發明的一實施例中，以加工區域的邊界等距內縮至

少一次以取得第一路徑的步驟的每次內縮距離是一加工治具的一加工寬度的一半。

**【0009】** 在本發明的一實施例中，確認第一路徑中是否有互相重疊者的步驟是將相鄰的兩條第一路徑中距離小於等於 0.01mm 者判斷為互相重疊。

**【0010】** 基於上述，在本發明的加工路徑生成方法、電腦程式產品與加工路徑生成系統中，提出路徑規劃的原則，可由電腦載入程式後自動生成，進而縮短生產周期。

### **【圖式簡單說明】**

#### **【0011】**

圖 1 是依照本發明的一實施例的加工路徑生成方法的流程圖。

圖 2A 至圖 2C 是依照圖 1 的加工路徑生成方法生成加工路徑的一範例的示意圖。

圖 3A 至圖 3C 是依照圖 1 的加工路徑生成方法生成加工路徑的另一範例的示意圖。

圖 4A 至圖 4C 是依照圖 1 的加工路徑生成方法生成加工路徑的再一範例的示意圖。

圖 5A 至圖 5C 是依照圖 1 的加工路徑生成方法生成加工路徑的又一範例的示意圖。

圖 6 是依照本發明的另一實施例的加工路徑生成方法的流程

圖。

圖 7A 與圖 7B 分別是依照圖 1 的加工路徑生成方法所生成的加工路徑以及依照現有技術所生成的加工路徑的一範例的示意

圖。

圖 8A 與圖 8B 分別是依照圖 1 的加工路徑生成方法所生成的加工路徑以及依照現有技術所生成的加工路徑的另一範例的示意

圖。

圖 9A 與圖 9B 分別是依照圖 1 的加工路徑生成方法所生成的加工路徑以及依照現有技術所生成的加工路徑的另一範例的示意

圖。

圖 10 是依照本發明的一實施例的加工路徑生成系統的示意圖。

### 【實施方式】

【0012】 圖 1 是依照本發明的一實施例的加工路徑生成方法的流程圖。圖 2A 至圖 2C 是依照圖 1 的加工路徑生成方法生成加工路徑的一範例的示意圖。本實施例的加工路徑生成方法包括下列步驟。請參照圖 1 與圖 2A，首先，取得一加工區域 R10 的邊界 B10，步驟 S12。請參照圖 1 與圖 2B，接著以加工區域 R10 的邊界 B10 等距內縮至少一次以取得多段第一路徑 L10，步驟 S14。

【0013】 第一路徑 L10 均勻地佈滿加工區域 R10。請參照圖 1 與圖 2C，然後，確認第一路徑 L10 中是否有互相重疊者，若有則分

別將其整合為一第二路徑 L20，步驟 S16。在圖 2A 的實施例中，因為加工區域 R10 的寬度大致等於內縮的距離 D10 的兩倍，所以加工區域 R10 的相對兩側的邊界 B10 內縮後所形成的第一路徑 L10 基本上重疊。也因此，在圖 2B 中僅能看到一條第一路徑 L10，但實際上是從邊界 B10 內縮後所形成的第一路徑 L10 重疊了。如步驟 S16 所述，第一路徑 L10 彼此重疊的部分會被整合為第二路徑 L20，具體方法例如是將一條第一路徑 L10 重疊於另一條第一路徑 L10 的部分移除，以使剩下的第一路徑 L10 不會彼此重疊。

**【0014】** 接著，確認第一路徑 L10 中是否有同心的封閉環，若有則分別將其整合為螺旋狀的一第三路徑，步驟 S18。在圖 2B 的實施例中，第一路徑 L10 不存在同心的封閉環，之後將以其他實施例說明有同心的封閉環的狀況。最後，將第二路徑 L20、第三路徑連接為一最終路徑 L50，步驟 S20。在圖 2C 的實施例中，不存在第三路徑以及未被整合的第一路徑 L10，所以第二路徑 L20 就相當於最終路徑 L50。

**【0015】** 根據上述，本實施例的加工路徑生成方法提出了路徑規劃的順序，也提出了重疊路徑與同心的封閉環的整合，可由可以執行此方法的電腦程式產品載入於系統後自動產生。如此一來，可解決需以人工規劃路徑而耗費工時的問題，也無須依賴人工的經驗傳承，還可以提升路徑的連貫性以及降低路徑重複，進而縮減工時。

**【0016】** 圖 3A 至圖 3C 是依照圖 1 的加工路徑生成方法生成加工

路徑的另一範例的示意圖。請參照圖 3A，首先，取得加工區域 R20 的邊界 B20。接著請參照圖 3B，以加工區域 R20 的邊界 B20 等距內縮至少一次以取得多段第一路徑 L10。接著請參照圖 3C，因為第一路徑 L10 中有互相重疊者，故將其整合為第二路徑 L20。此外，第一路徑 L10 中不存在同心的封閉環，所以也沒有整合形成第三路徑。最後，將第二路徑 L20、第三路徑連接為一最終路徑 L60。在圖 3C 的實施例中，也不存在第三路徑以及未被整合的第一路徑 L10，所以第二路徑 L20 就相當於最終路徑 L60。但是，與圖 2C 不同的地方是，為了使最終路徑 L60 是一連貫的路線而減少加工治具上下移動及對位的次數，部分的第二路徑 L20 會在最終路徑 L60 中被使用兩次，即如圖 3C 的箭頭方向，移動到盡頭時再往回移動。在其他實施例中，第二路徑 L20、第三路徑以及未被整合的第一路徑 L10 也可能被使用更多次，以達成路線連貫的目的。圖 3C 中最終路徑 L60 上的箭頭即表示加工治具的移動方向。

**【0017】** 圖 4A 至圖 4C 是依照圖 1 的加工路徑生成方法生成加工路徑的再一範例的示意圖。請參照圖 4A，首先，取得加工區域 R30 的邊界 B30。接著請參照圖 4B，以加工區域 R30 的邊界 B30 等距內縮至少一次以取得多段第一路徑 L10。在本實施例中，加工區域 R30 的中間部分就需要內縮多次以取得多段第一路徑 L10，才能使第一路徑 L10 均勻地佈滿加工區域 R30。接著請參照圖 4C，因為第一路徑 L10 中有互相重疊者，故將其整合為第二路徑 L20。此外，加工區域 R30 的中間部分的第一路徑 L10 還存在同心的封

閉環，需加以整合形成螺旋狀的第三路徑 L30。最後，將第二路徑 L20、第三路徑 L30 連接為一最終路徑 L70。在圖 4C 的實施例中，不存在未被整合的第一路徑 L10，所以最終路徑 L70 是由第二路徑 L20 與第三路徑 L30 組成。

**【0018】** 在本實施例中，以加工區域 R30 的邊界 B30 等距內縮至少一次以取得第一路徑 L10 的步驟的每次內縮距離 D10 是一加工刀具 10 的一加工寬度 D20 的一半。在其他實施例中，每次內縮距離 D10 與加工寬度 D20 的比例也可以更大或更小，本發明不加以限制。

**【0019】** 在本實施例中，確認第一路徑 L10 中是否有互相重疊者的步驟是將相鄰的兩條第一路徑 L10 的距離小於等於 0.01mm 者判斷為互相重疊。當兩條第一路徑 L10 之間的距離不是 0 但仍被判定為重疊時，可取兩條第一路徑 L10 的中線作為整合後的第二路徑 L20。

**【0020】** 圖 5A 至圖 5C 是依照圖 1 的加工路徑生成方法生成加工路徑的又一範例的示意圖。請參照圖 5A，首先，取得加工區域 R40 的邊界 B40。接著請參照圖 5B，以加工區域 R40 的邊界 B40 等距內縮至少一次以取得多段第一路徑 L10。在本實施例中，加工區域 R40 的中間部分需要內縮多次以取得多段第一路徑 L10，才能使第一路徑 L10 均勻地佈滿加工區域 R40。接著請參照圖 5C，因為第一路徑 L10 中有互相重疊者，故將其整合為第二路徑 L20。此外，加工區域 R40 的中間部分的第一路徑 L10 還存在同心的封

閉環，需加以整合形成螺旋狀的第三路徑 L30。最後，將第二路徑 L20、第三路徑 L30 連接為一最終路徑 L80。在圖 5C 的實施例中，不存在未被整合的第一路徑 L10，所以最終路徑 L80 是由第二路徑 L20 與第三路徑 L30 組成。

**【0021】** 圖 6 是依照本發明的另一實施例的加工路徑生成方法的流程圖。請參照圖 6，首先，取得加工區域的邊界，步驟 S102。然後，依據邊界、治具的步進量以及治具的一些幾何參數而計算第一層的第一路徑，也就是從邊界內縮預設的距離以取得第一層的第一路徑，步驟 S104。然後判斷是否有下一層的路徑，也就是能否再等距內縮而取得下一層的第一路徑，步驟 S106。若沒有下一層的路徑，則完成第一部分，也就是生成所有第一路徑，並加以儲存，步驟 S108。然後，進入第二部分，包括進行路徑的連接與規劃，步驟 S110。

**【0022】** 此外，在步驟 S106 中若判斷有下一層的路徑，則判斷是否包含重疊的第一路徑，步驟 S122。若判斷包含重疊的第一路徑，則整合重疊的第一路徑為第二路徑，也就是去除重複的第一路徑而以第二路徑取代，並確保第二路徑與未整合的第一路徑可組成封閉的路徑，以作為下次等距內縮時的參考邊界，步驟 S124。若判斷不包含重疊的第一路徑，則直接將這一層的第一路徑儲存，步驟 S126。另一方面，在完成步驟 S124 後，由於已經去除重複的第一路徑而以第二路徑取代，因此從步驟 S124 進入步驟 S126 時僅儲存第二路徑。

【0023】 步驟 S126 中，除了儲存作為下次等距內縮時的參考邊界的封閉的路徑(步驟 S126A)，也儲存經去除重複路徑後的路徑(步驟 S126B)。然後，完成該層的路徑儲存，步驟 S128。接著，回到步驟 S104，依據邊界、治具的步進量以及治具的一些幾何參數而計算下一層的第一路徑。此外，也決定與下層路徑的連接處，步驟 S130。步驟 S130 是利用圖 5B 及圖 5C 進行釋例解說。為了將形成螺旋狀的第三路徑 L30 做連接，需在每一螺旋狀與下一個螺旋狀之間做連接處理，例如圖 5C 所示，決定下層路徑連接處 A'，並去除連接前的加工的重疊段 A(此處的連接處是以 A'作為舉例，連接方式並不以此為限制)。此外，最外框的路徑不需處理。若各層路徑都已經計算並儲存完畢，也沒有需要決定連接的部分，則進入步驟 S112。同樣，完成步驟 S110 後也進入步驟 S112。

【0024】 步驟 S112 中，逐層的取出先前儲存的路徑。接著，將同層的路徑連接，步驟 S114。其中，所有的路徑都需要使用到，與下一層連接的點規劃在路徑的最末端(例如圖 5C 所舉例的連接處 A')，且單邊連接的路徑優先使用。然後，判斷是否還有已儲存的下一層路徑，步驟 S116。若是，則回到步驟 S112。若否，則進入步驟 S118，依據由內向外(例如可從圖 5C 的中心出發沿路徑向外)、由外向內(例如可從圖 5C 的位置 C 或位置 C'處出發沿路徑向內，圖 5C 的實施方式是以從位置 C 出發為例)、加工頭尾反轉的原則，將多個區塊的路徑排列。然後，即完成加工路徑的規劃，步驟 S120。

【0025】 圖 7A 與圖 7B 分別是依照圖 1 的加工路徑生成方法所生

成的加工路徑以及依照現有技術所生成的加工路徑的一範例的示意圖。請參照圖 7A 與圖 7B，現有技術是將等距內縮生成的封閉路徑直接以額外的路徑 L102 連接。相較之下，依照圖 1 的加工路徑生成方法所生成的加工路徑的總長度較短，工時也較短。

**【0026】** 圖 8A 與圖 8B 分別是依照圖 1 的加工路徑生成方法所生成的加工路徑以及依照現有技術所生成的加工路徑的另一範例的示意圖。請參照圖 8A 與圖 8B，現有技術是將等距內縮生成的路徑一律使用而生成最終路徑，故整個加工區域都重複。相較之下，依照圖 1 的加工路徑生成方法所生成的加工路徑僅其中三段重複，總長度較短，工時也較短。

**【0027】** 圖 9A 與圖 9B 分別是依照圖 1 的加工路徑生成方法所生成的加工路徑以及依照現有技術所生成的加工路徑的另一範例的示意圖。請參照圖 9A 與圖 9B，在本實施例中，現有技術是將等距內縮生成的路徑一律使用而生成最終路徑，且將等距內縮生成的封閉路徑直接以額外的路徑 L102 連接，故路線的重複度非常高，總長高達 732.82mm。相較之下，依照圖 1 的加工路徑生成方法所生成的加工路徑僅其中四段重複，除了總長度縮短為 470mm 外，工時也較短。

**【0028】** 圖 10 是依照本發明的一實施例的加工路徑生成系統的示意圖。請參照圖 10，本實施例的加工路徑生成系統 100 包括一記憶體 110 以及一處理器 120。記憶體 110 用以儲存一程式。處理器 120 耦接記憶體 110，用以載入記憶體 110 所儲存的程式後執行如

前述各實施例的加工路徑生成方法的各個步驟。因此，輸入加工區域的邊界後，就可以自動產生加工路徑。

**【0029】** 在本發明中，還提出一種電腦程式產品，經由電腦載入程式後可執行上述加工路徑生成方法的各個步驟。此電腦程式產品包括多個程式指令，且加工路徑生成系統中的處理器載入並執行此些程式指令之後，可完成上述的加工路徑生成方法以及實現加工路徑生成系統的功能。

**【0030】** 綜上所述，在本發明的加工路徑生成方法、電腦程式產品與加工路徑生成系統中，重疊的路徑會被整合成單一路徑，同心的封閉環也會被整合成螺旋狀的路徑，還可由電腦載入程式後自動生成，無須人工規劃路徑，可節省路徑規劃以及加工的時間，進而縮短生產周期。

### **【符號說明】**

#### **【0031】**

10:加工治具

100:加工路徑生成系統

110:記憶體

120:處理器

S12~S20,S102~S120:步驟

R10,R20,R30,R40:加工區域

B10,B20,B30,B40:邊界

D10:距離

D20:加工寬度

L10:第一路徑

L20:第二路徑

L30:第三路徑

L50,L60,L70,L80:最終路徑

L102:路徑

A,A':連接處

C,C':位置

## 【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種加工路徑生成方法，包括下列步驟：

取得一加工區域的邊界；

以該加工區域的邊界等距內縮至少一次以取得多段第一路徑，該些第一路徑均勻地佈滿該加工區域；

確認該些第一路徑中是否有互相重疊者，若有則分別將其整合為一第二路徑；

確認該些第一路徑中是否有同心的封閉環，若有則分別將其整合為螺旋狀的一第三路徑；以及

將該些第二路徑以及該些第三路徑連接為一最終路徑。

【請求項2】 如請求項1所述的加工路徑生成方法，其中以該加工區域的邊界等距內縮至少一次以取得該些第一路徑的步驟的每次內縮距離是一加工治具的一加工寬度的一半。

【請求項3】 如請求項2所述的加工路徑生成方法，其中確認該些第一路徑中是否有互相重疊者的步驟是將該些第一路徑中距離小於等於0.01mm者判斷為互相重疊。

【請求項4】 一種電腦程式產品，經由電腦載入該程式後執行下列步驟：

取得一加工區域的邊界；

以該加工區域的邊界等距內縮至少一次以取得多段第一路徑，該些第一路徑均勻地佈滿該加工區域；

確認該些第一路徑中是否有互相重疊者，若有則分別將其整

合為一第二路徑；

確認該些第一路徑中是否有同心的封閉環，若有則分別將其整合為螺旋狀的一第三路徑；以及

將該些第二路徑以及該些第三路徑連接為一最終路徑。

**【請求項5】** 如請求項4所述的電腦程式產品，其中以該加工區域的邊界等距內縮至少一次以取得該些第一路徑的步驟的每次內縮距離是一加工治具的一加工寬度的一半。

**【請求項6】** 如請求項4所述的電腦程式產品，其中確認該些第一路徑中是否有互相重疊者的步驟是將該些第一路徑中距離小於等於0.01mm者判斷為互相重疊。

**【請求項7】** 一種加工路徑生成系統，包括：

一記憶體，用以儲存一程式；以及

一處理器，耦接該記憶體，用以載入該程式後執行下列步驟：

取得一加工區域的邊界；

以該加工區域的邊界等距內縮至少一次以取得多段第一路徑，該些第一路徑均勻地佈滿該加工區域；

確認該些第一路徑中是否有互相重疊者，若有則分別將其整合為一第二路徑；

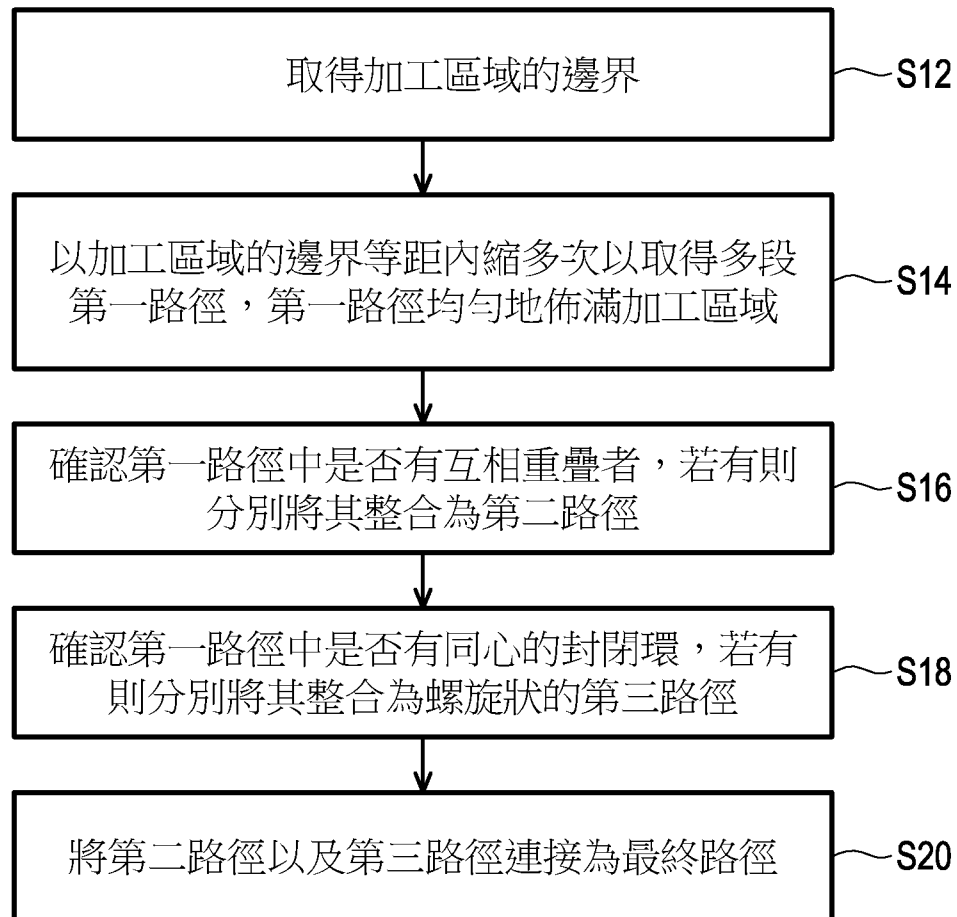
確認該些第一路徑中是否有同心的封閉環，若有則分別將其整合為螺旋狀的一第三路徑；以及

將該些第二路徑以及該些第三路徑連接為一最終路徑。

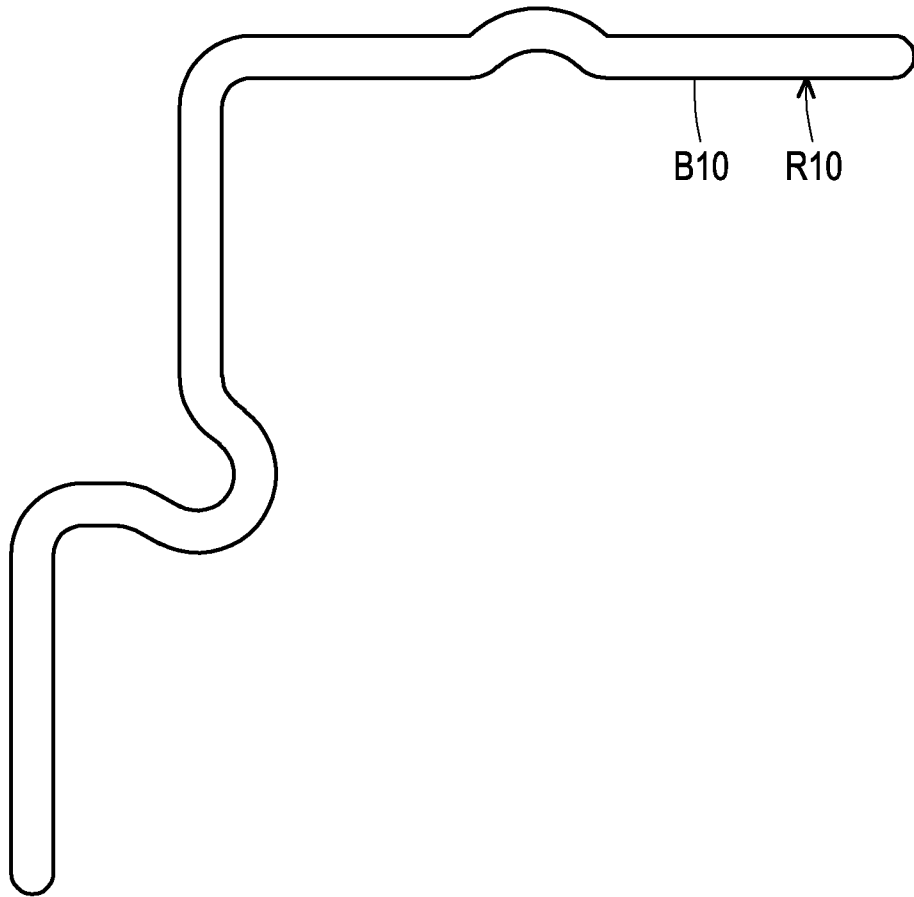
【請求項8】 如請求項7所述的加工路徑生成系統，其中以該加工區域的邊界等距內縮至少一次以取得該些第一路徑的步驟的每次內縮距離是一加工治具的一加工寬度的一半。

【請求項9】 如請求項7所述的加工路徑生成系統，其中確認該些第一路徑中是否有互相重疊者的步驟是將該些第一路徑中距離小於等於0.01mm者判斷為互相重疊。

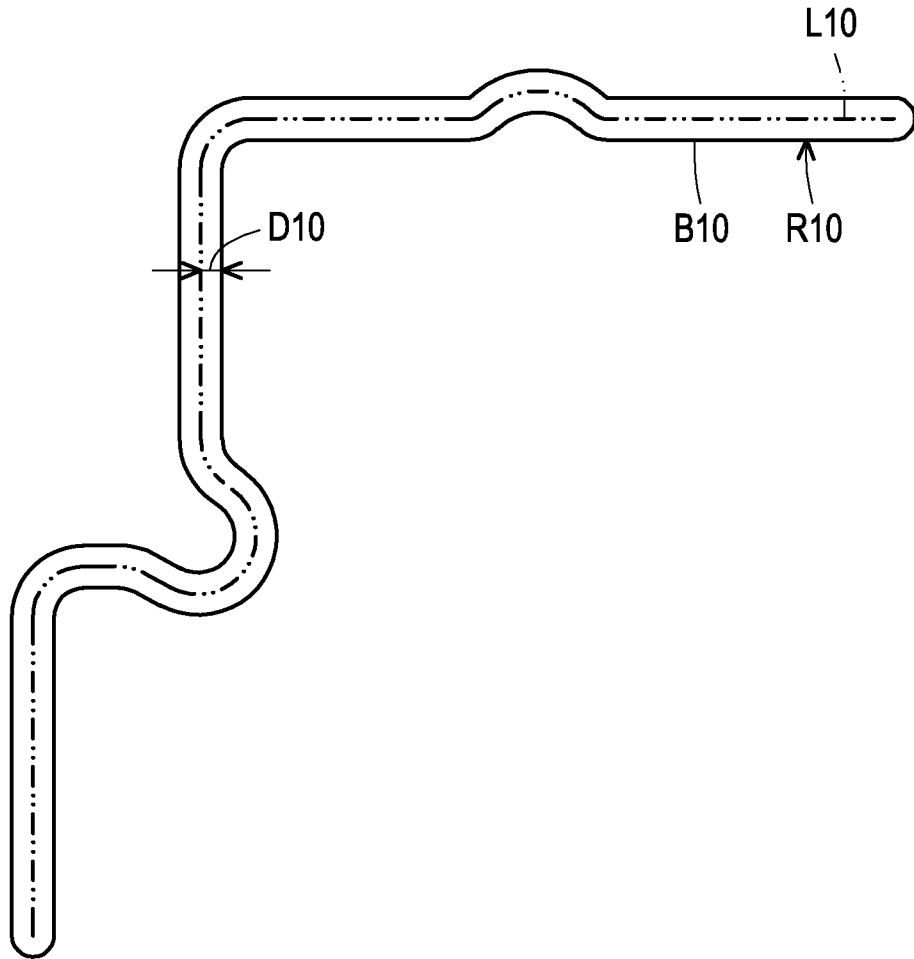
## 【發明圖式】



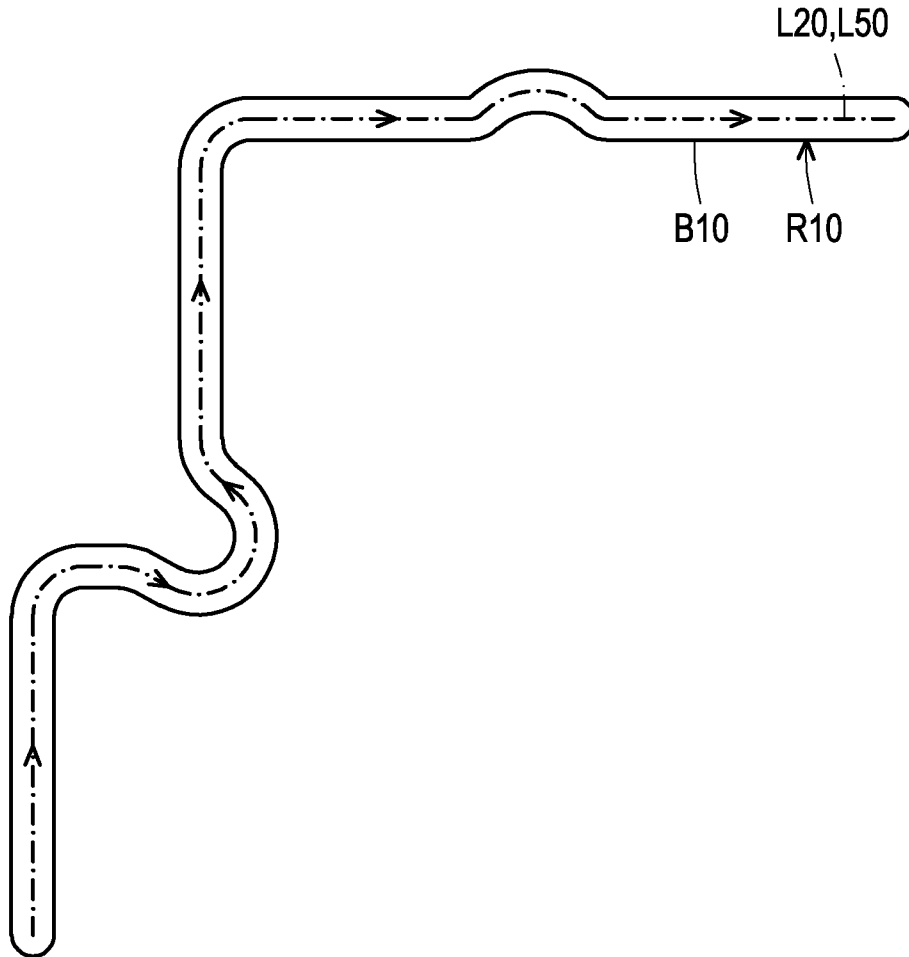
【圖1】



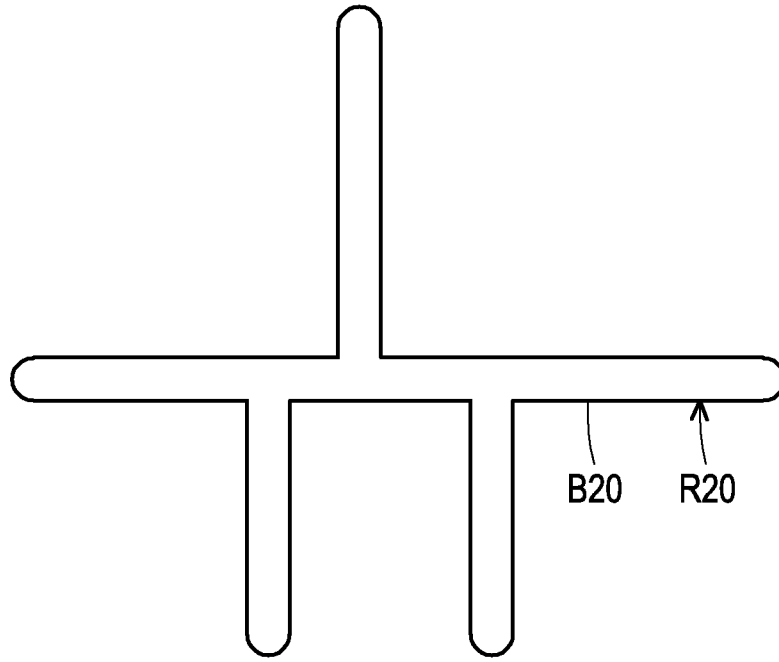
【圖2A】



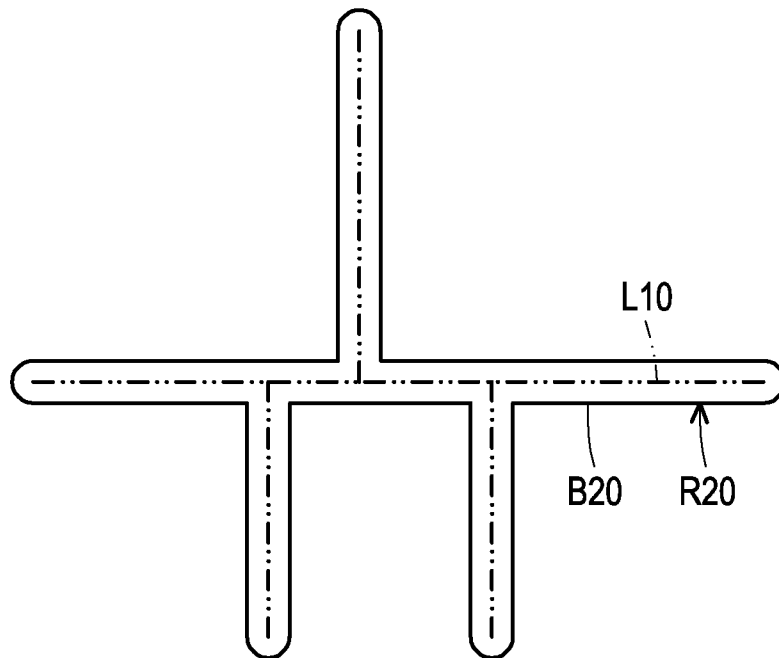
【圖2B】



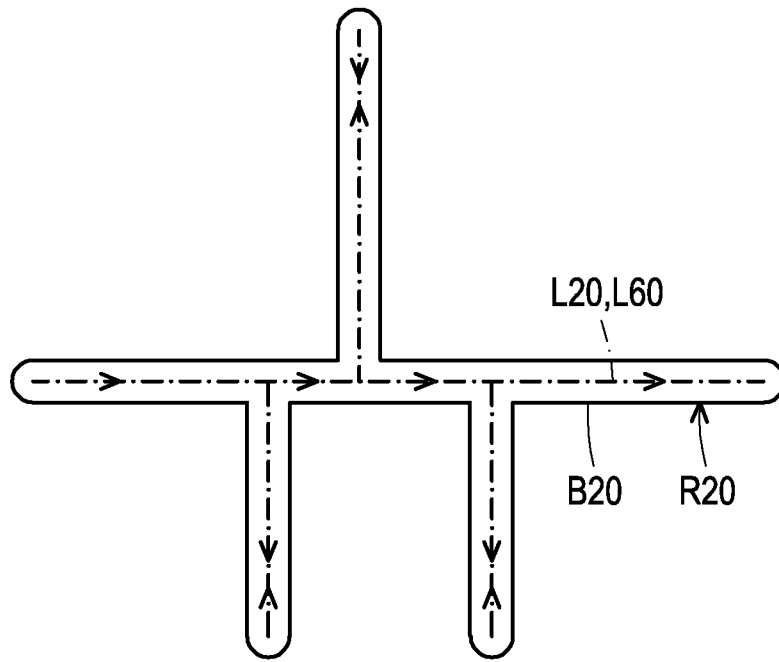
【圖2C】



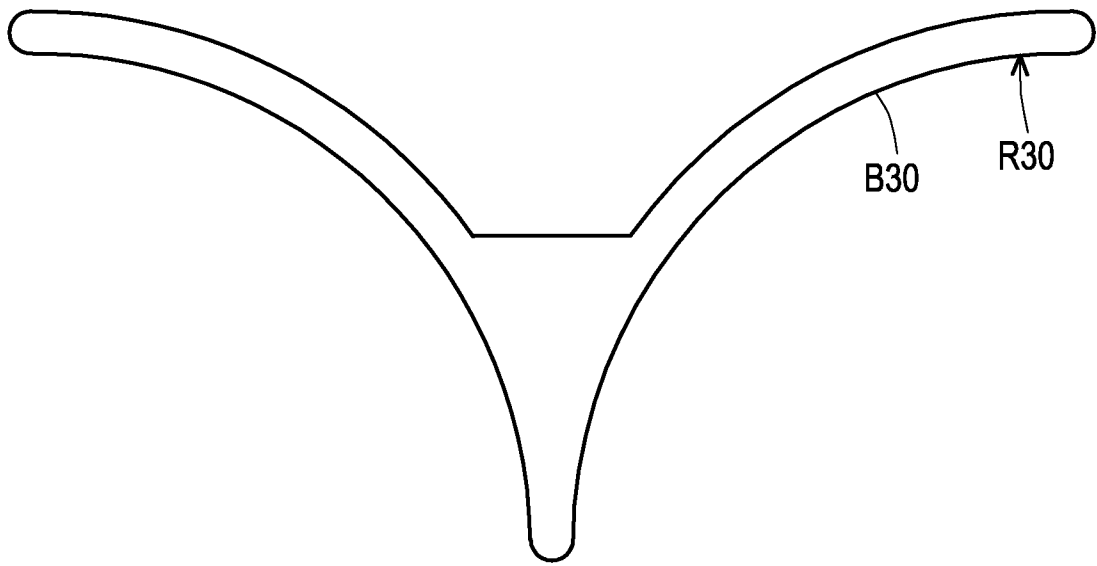
【圖3A】



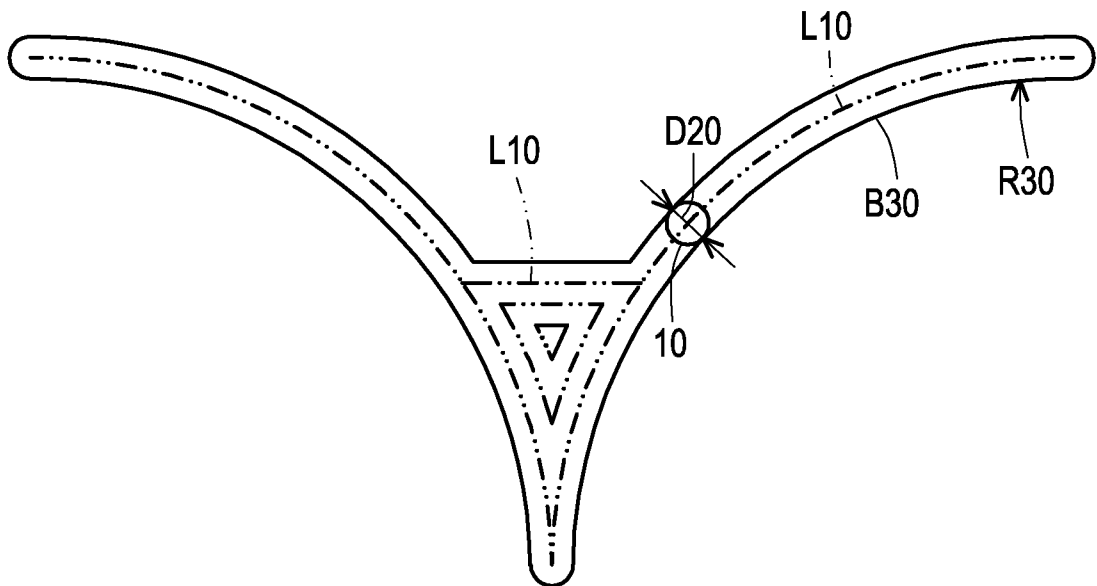
【圖3B】



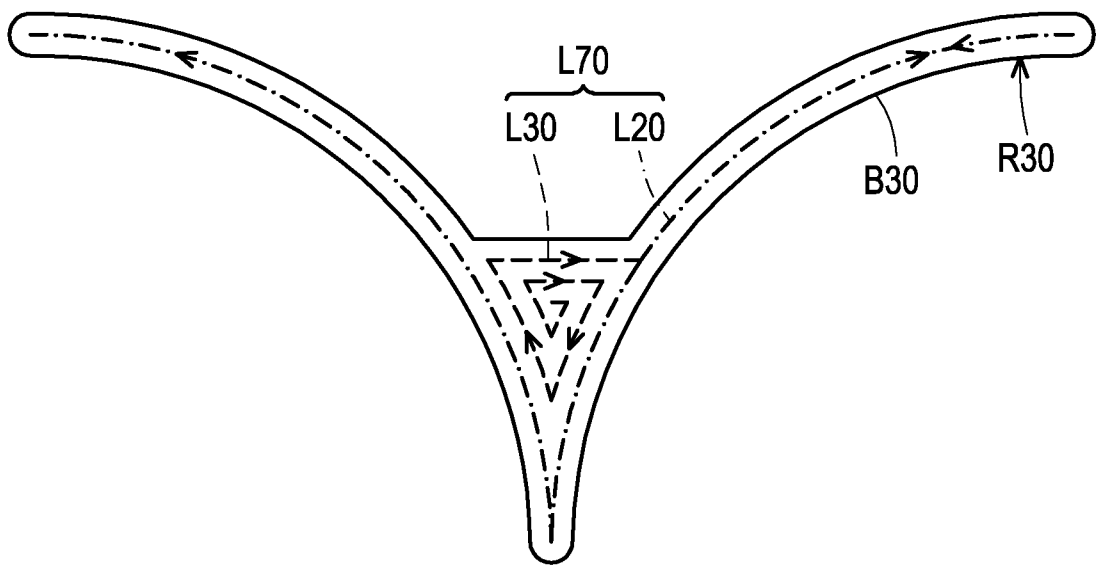
【圖3C】



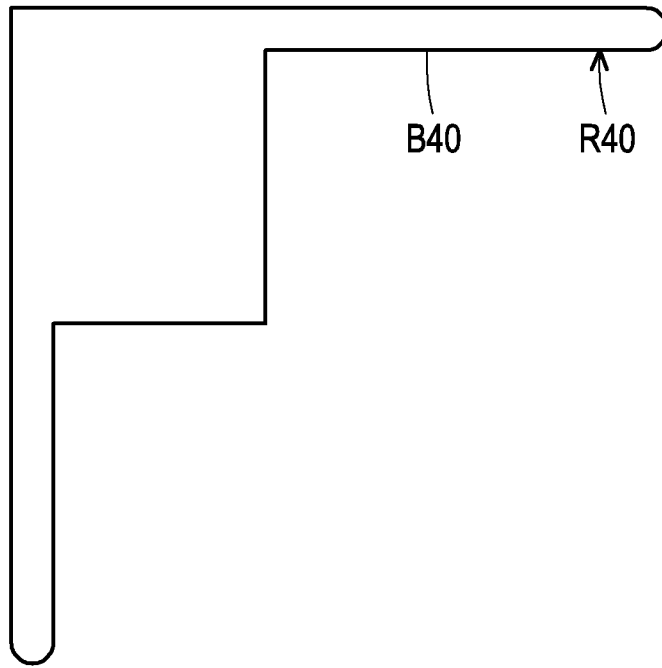
【圖4A】



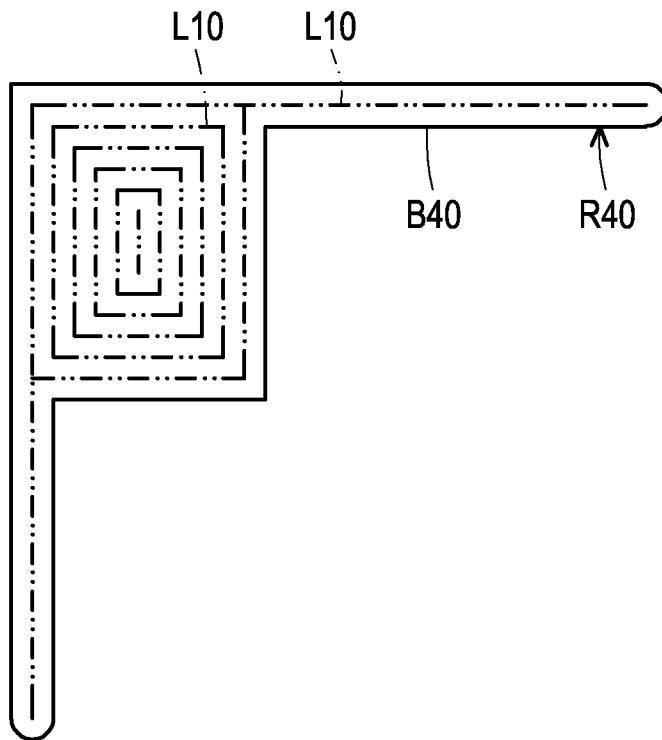
【圖4B】



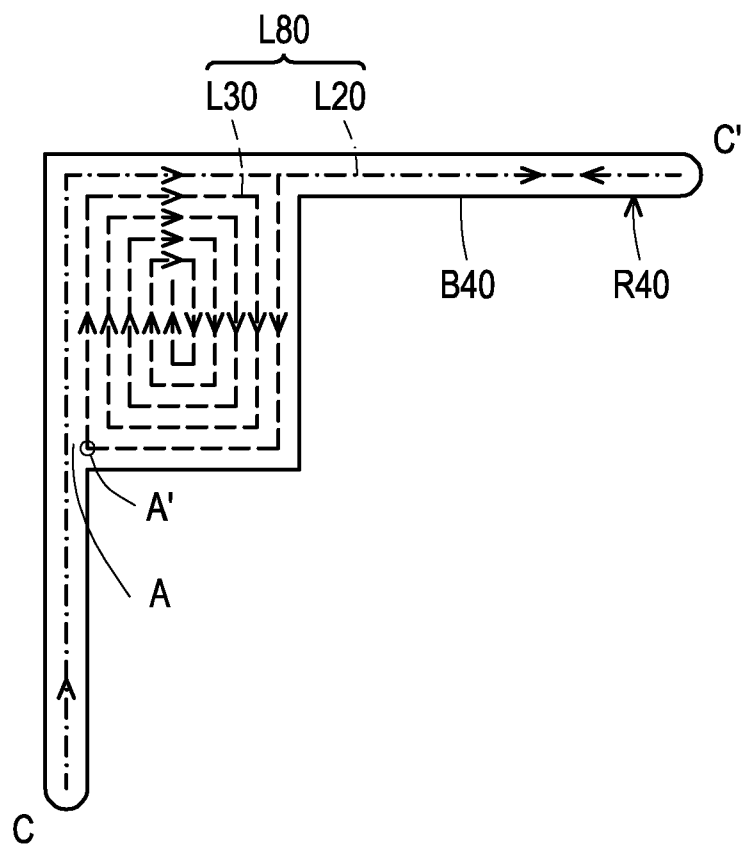
【圖4C】



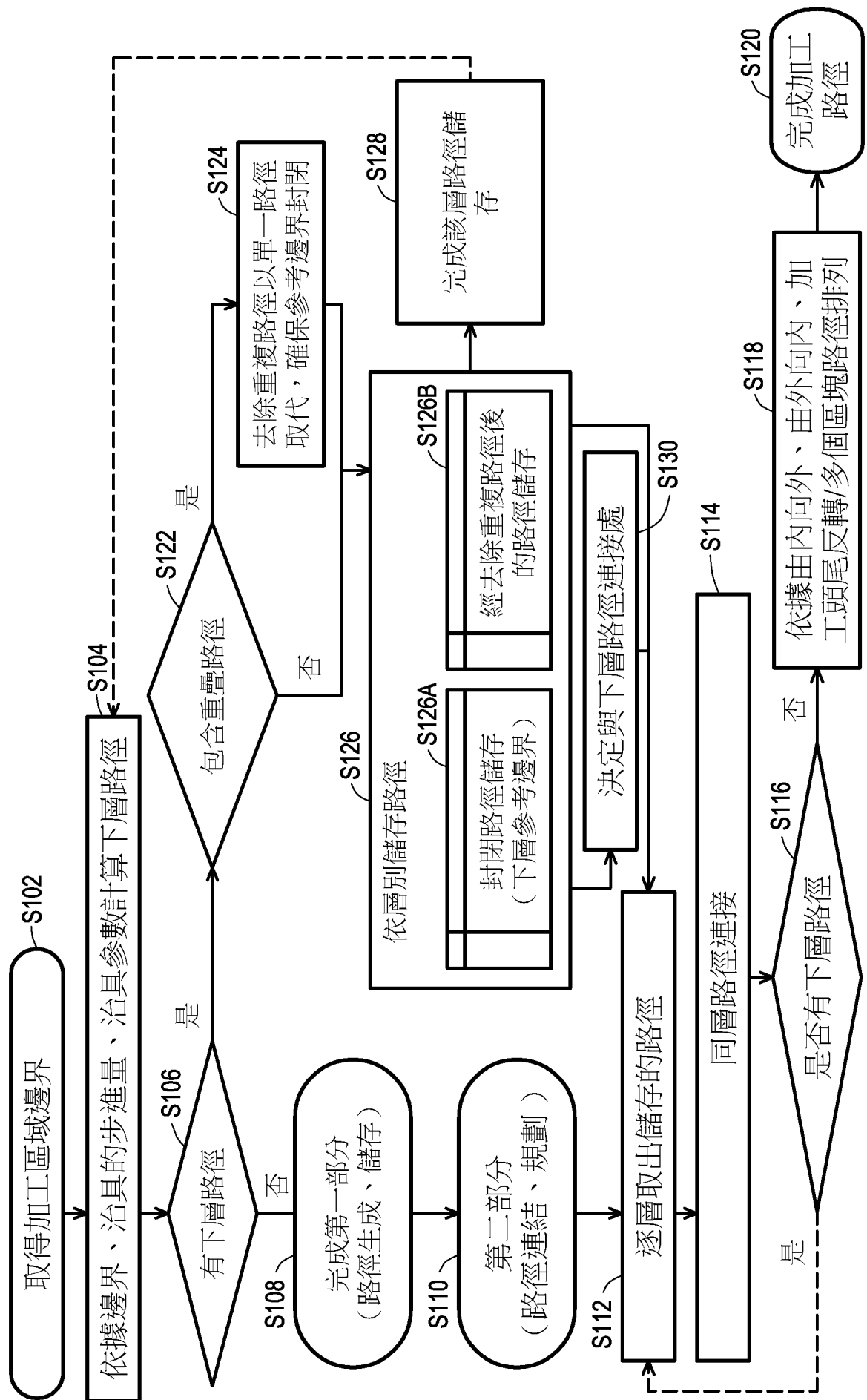
【圖5A】



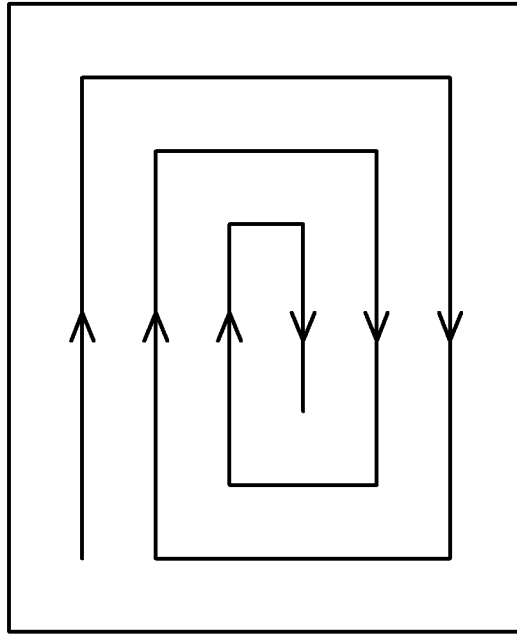
【圖5B】



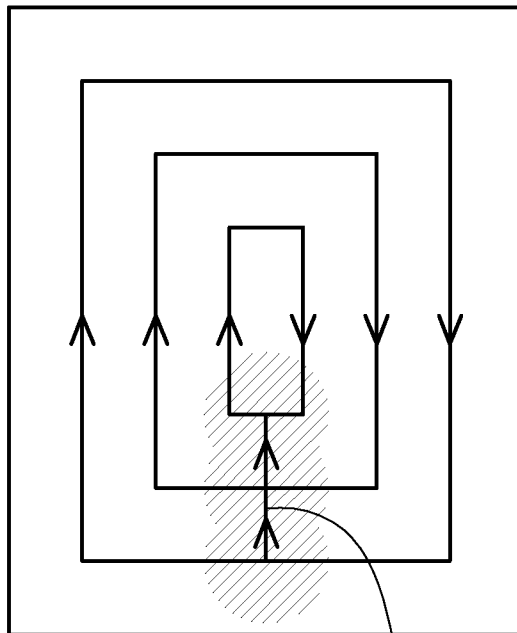
【圖5C】



【圖6】

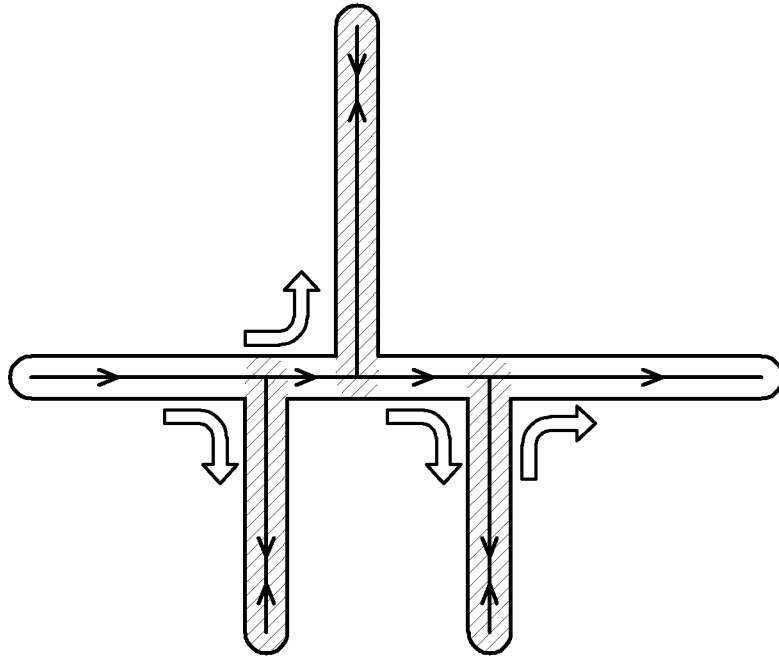


【圖7A】

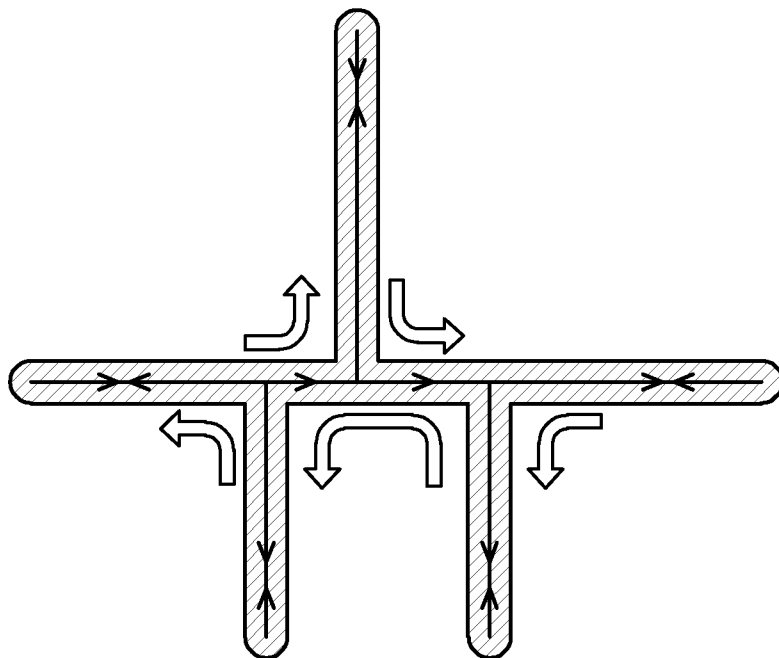


L102

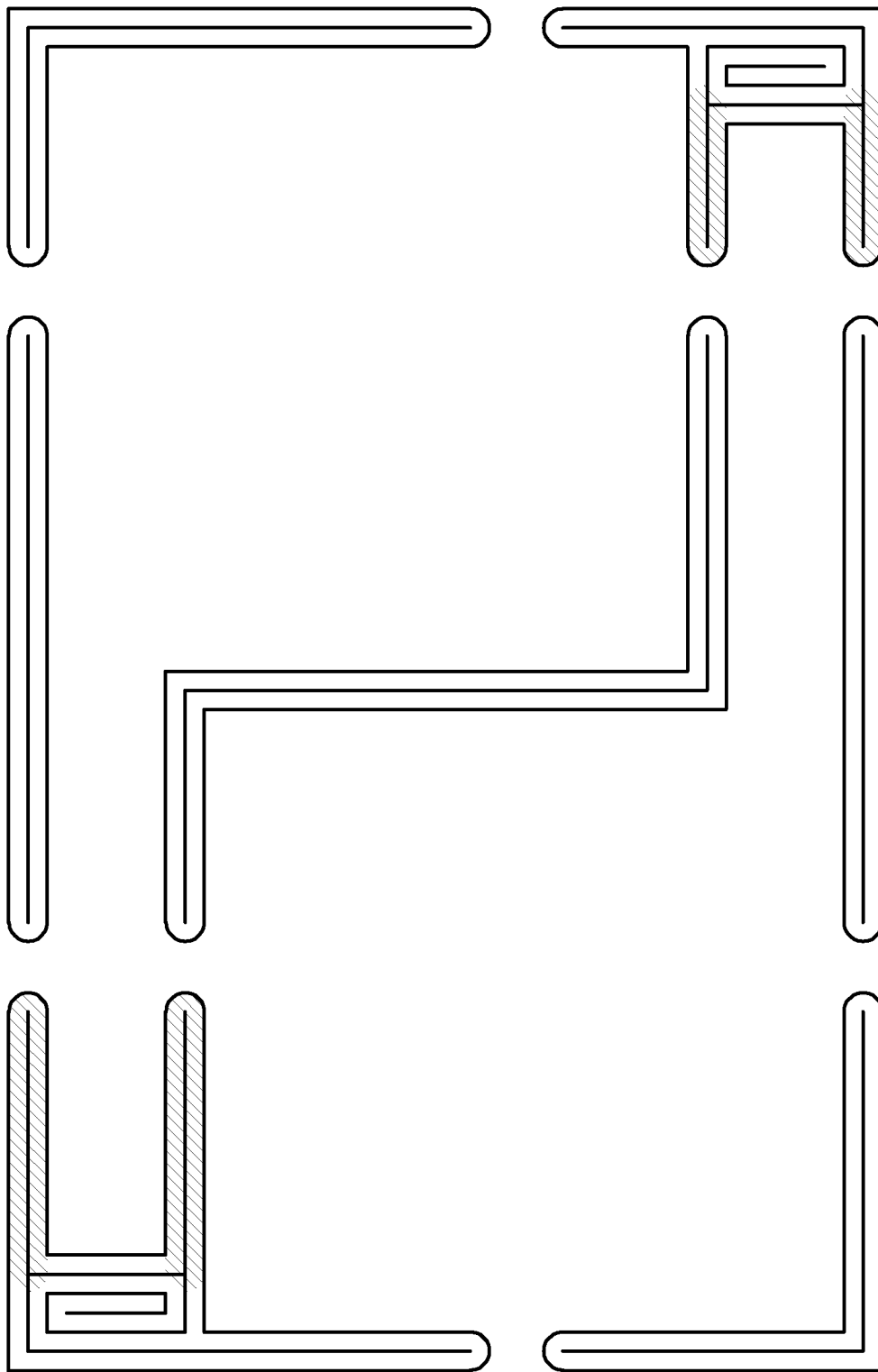
【圖7B】



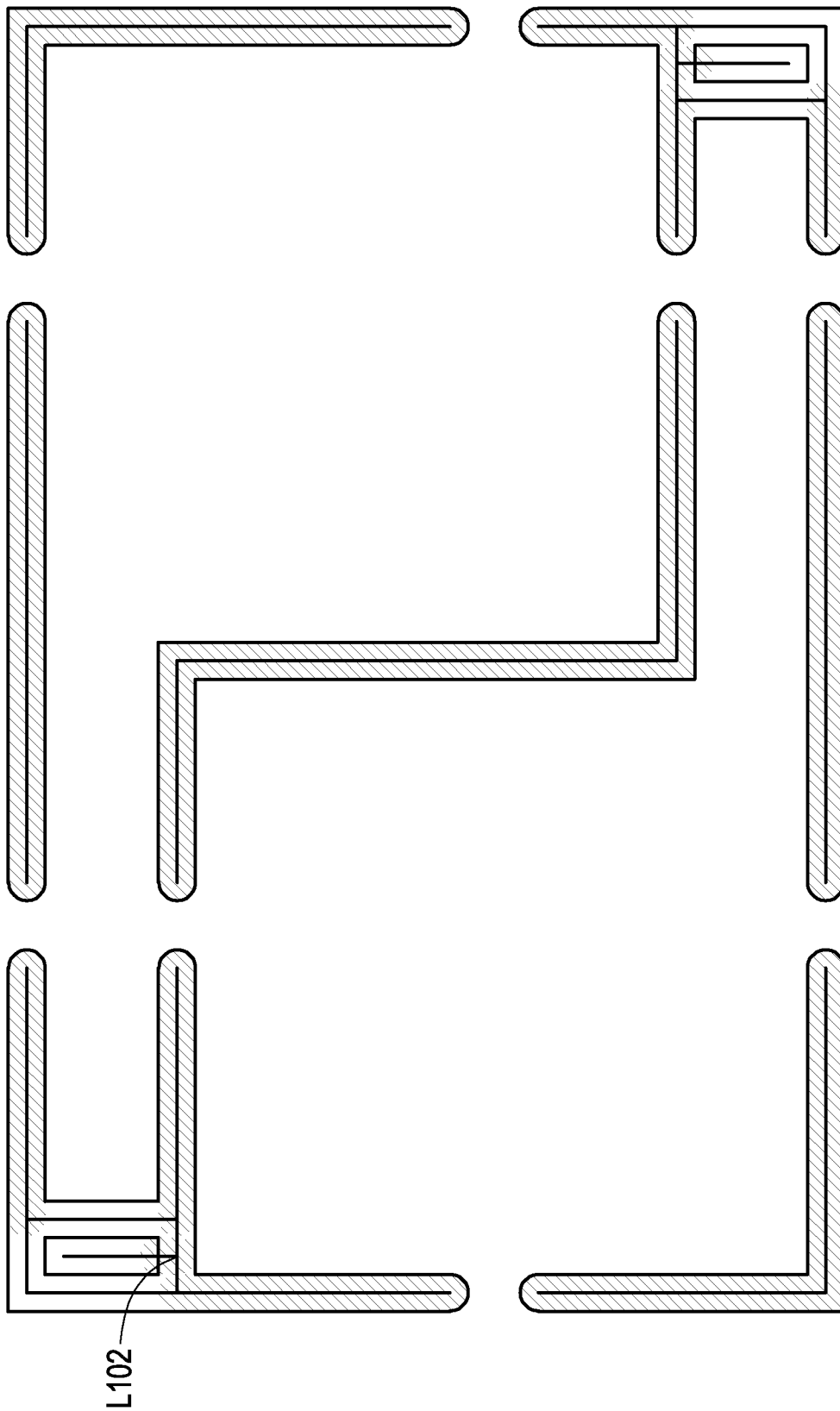
【圖8A】



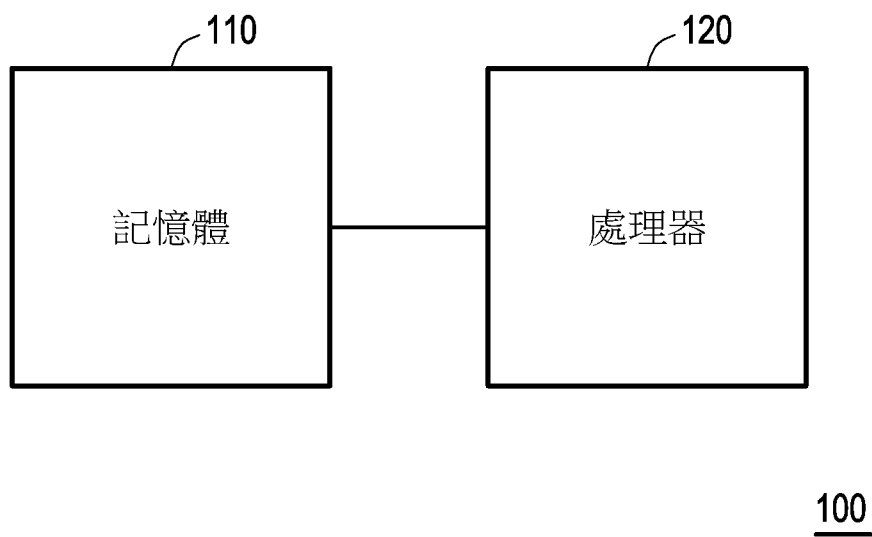
【圖8B】



【圖9A】



【圖9B】



【圖10】