



(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 I679036 B

(45)公告日：中華民國 108 (2019) 年 12 月 11 日

(21)申請案號：107126073

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 07 月 27 日

(51)Int. Cl. : A61M25/088 (2006.01)

A61M25/09 (2006.01)

A61B18/14 (2006.01)

A61B18/24 (2006.01)

A61M39/00 (2006.01)

(30)優先權：2017/07/31 美國

62/539346

(71)申請人：美商艾克斯公司 (美國) XCATH, INC. (US)

美國

美國德州系統大學評議委員會 (美國) BOARD OF REGENTS OF THE UNIVERSITY OF TEXAS SYSTEM (US)

美國

(72)發明人：申東石 SHIN, DONG SUK (KR) ; 金 丹尼爾 KIM, DANIEL H. (US) ; 帕瑞 米查 PALMRE, VILJAR (US) ; 沈玲希 SHIM, YOUNGHEE (KR)

(74)代理人：林發立

(56)參考文獻：

CN 102551672A

JP 2007-209554A

US 6117296

US 2007/0250036A1

US 2015/0032027A1

WO 2007/126452A2

T. Shoa, J. D. Madden, N. Fekri, N. R. Munce and V. X. D. Yang,
 "Conducting polymer based active catheter for minimally invasive
 interventions inside arteries," 2008 30th Annual International
 Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society,
 Vancouver, BC, 2008, pp. 2063-2066.

審查人員：劉力夫

申請專利範圍項數：23 項 圖式數：11 共 50 頁

(54)名稱

可轉向醫療裝置及其製備方法

(57)摘要

一種醫療裝置，包括至少一離子型電活性聚合物致動器，該致動器包括至少一聚合物電解質構件，其定義一表面及複數個電極，該複數個電極設置於該至少一聚合物電解質構件之該表面周圍；一長型撓性部件，其定義一近側端及一遠側端，其與該離子型電活性聚合物致動器之鄰近處固接且該長型撓性部件進一步包含一芯及一襯套圍繞該芯，及複數個電導線，每一電導線具有一近側端及一遠側端，其與該複數個電極至少一者耦接，其中該至少一聚合物電解質構件響應於該複數個電導線至少一者施加一電位至該複數個電極至少一者，產生不對稱變形。

A medical device includes at least one ionic electroactive polymer actuator, the actuator including at least one polymer electrolyte member defining at least a surface and a plurality of electrodes disposed about the surface of the at least one polymer electrolyte member, an elongate, flexible portion defining a proximal end and a distal end secured adjacent to the ionic electroactive polymer actuator and the elongate, flexible

portion further comprising a core and a sleeve surrounding the core and a plurality of electrically-conductive wires, each having a proximal end and a distal end coupled to at least one of the plurality of electrodes, wherein the at least one polymer electrolyte member deforms asymmetrically in response to the application of an electrical potential supplied through at least one of the plurality of electrically-conductive wires to at least one of the plurality of electrodes.

指定代表圖：

符號簡單說明：

1 . . . 導引線

10 . . . 長型撓性部件

11 . . . 可彎折部分

100、115 . . . 遠側端

102 . . . 襯套

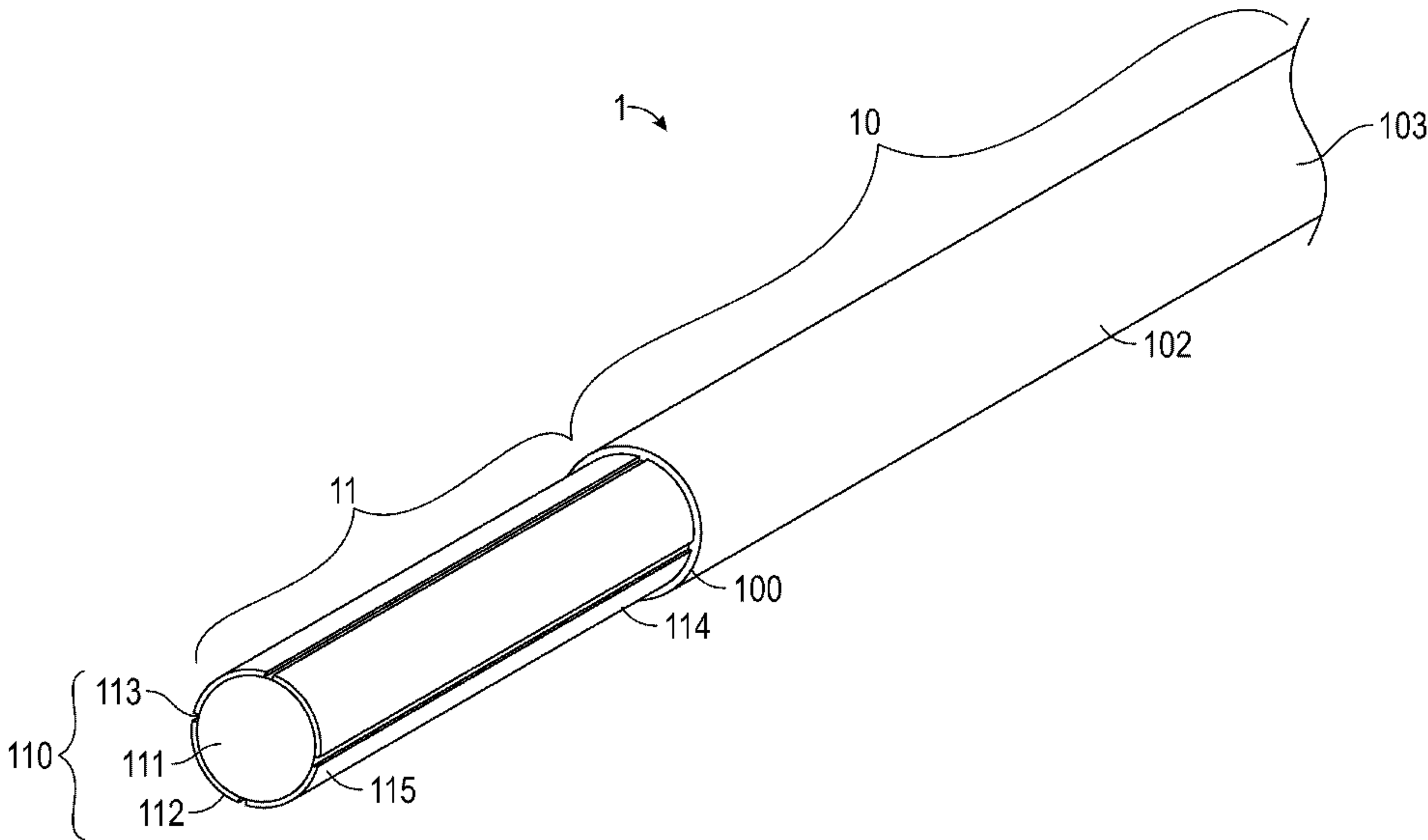
103、114 . . . 近側端

110 . . . 離子型電活性聚合物致動器

111 . . . 聚合物電解質構件

112 . . . 電極

113 . . . 外表面



【第1A圖】

I679036

【發明摘要】

【中文發明名稱】 可轉向醫療裝置及其製備方法

【英文發明名稱】 STEERABLE MEDICAL DEVICE AND THE

PREPARING METHOD THEREOF

【中文】

一種醫療裝置，包括至少一離子型電活性聚合物致動器，該致動器包括至少一聚合物電解質構件，其定義一表面及複數個電極，該複數個電極設置於該至少一聚合物電解質構件之該表面周圍；一長型撓性部件，其定義一近側端及一遠側端，其與該離子型電活性聚合物致動器之鄰近處固接且該長型撓性部件進一步包含一芯及一襯套圍繞該芯，及複數個電導線，每一電導線具有一近側端及一遠側端，其與該複數個電極至少一者耦接，其中該至少一聚合物電解質構件響應於該複數個電導線至少一者施加一電位至該複數個電極至少一者，產生不對稱變形。

【英文】

A medical device includes at least one ionic electroactive polymer actuator, the actuator including at least one polymer electrolyte member defining at least a surface and a plurality of electrodes disposed about the surface of the at least one polymer electrolyte member, an elongate, flexible portion defining a proximal end and a distal end secured adjacent to the ionic electroactive polymer actuator and the elongate, flexible portion further comprising a core and a sleeve surrounding the core and a plurality of electrically-conductive wires, each having a proximal end and a distal end coupled to at least one of the plurality of electrodes, wherein the at least one polymer

electrolyte member deforms asymmetrically in response to the application of an electrical potential supplied through at least one of the plurality of electrically-conductive wires to at least one of the plurality of electrodes.

【指定代表圖】 第1A圖

【代表圖之符號簡單說明】

- 1 導引線
- 10 長型撓性部件
- 11 可彎折部分
- 100、115 遠側端
- 102 襯套
- 103、114 近側端
- 110 離子型電活性聚合物致動器
- 111 聚合物電解質構件
- 112 電極
- 113 外表面

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 可轉向醫療裝置及其製備方法

【英文發明名稱】 STEERABLE MEDICAL DEVICE AND THE
PREPARING METHOD THEREOF

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種可轉向的管腔內醫療裝置，特別是可導入人體管腔且可經控制而於其中移動之撓性窄型醫療裝置（例如導引線）。在一具體實施例中，該醫療裝置包括位於裝置遠側端（即前端）之一電致動可彎折部分，可被選擇性操控以將該醫療裝置導引至人體內一目標解剖位置。

【先前技術】

【0002】 管腔內醫療裝置具多種結構，結構型態因其欲佈放之人體部位及運用該等裝置進行預期治療的方式而異。管腔內裝置通常包括一非常細窄，亦即橫剖面非常狹小的撓性管，可插入並被引導穿過人體管腔（例如動脈或靜脈）或人體腔道，例如咽喉、尿道、身體孔洞或其他解剖學上之腔道。此類醫療裝置實例包括注射器、內視鏡、導管、導引線和其他手術器材。

【0003】 舉例而言，導引線一般用於穿過人體管路以進入目標之人體管腔、腔道、孔洞或解剖學上之腔道。當導引線進入人體內目標位置時，導管、支架或其他醫療裝置便可由該導引線上方或沿該導引線移動進入目標位置。

【0004】 傳統的導引線能使醫療裝置更容易進入病患體內需治療的部位，但由於導引線具備高撓性，導致移動方向難以控制。雖然導引線需要具備撓性，

才能在人體管腔或腔道的彎曲路徑內前進，但此撓性也同時導致上述導引線在其近端側被施加推力時，不容易控制其遠端側預備行經的方向或路徑。因此，改良導引線並提升其可轉向控制性，確有其必要。

【發明內容】

【0005】 本發明之可導向管腔內醫療裝置的數個具體實施例提供改良後之可轉向控制，並改善一醫療裝置致動部（如導引線）於人體內之定位方式，其中該致動部可被導入一管腔或人體腔道或人體管腔，且該致動部可在被推入體內時被操縱以移動進入並通過該管腔或該人體腔道，以將該醫療裝置致動部之一遠側端設置在人體內一預定解剖位置。針對一或多個可操控式顯微手術材料，該醫療裝置之數個具體實施例提供更精準的移動及定位控制，該等可操控式顯微手術材料設置於該醫療裝置致動器之該遠側端（即前端），以針對該人體內之預定治療位置實施手術步驟或其他醫療操作。

【0006】 一長型撓性醫療裝置之一具體實施例可具有一致動器，該致動器為導引線形式，以移動進入或穿過人體管腔或腔道。該醫療裝置包含一細長撓性部件，其具有一遠側端及一近側端，以及一離子型電活性聚合物致動器，其包含一聚合物電解質構件，該電解質構件設置於鄰近該長型撓性部件之該遠側端處。該長型撓性部件之一具體實施例可進一步包含一芯，該芯自該近側端延伸至該遠側端，以及圍繞該芯之一襯套。該離子型電活性聚合物致動器如後文所詳述，係包含一聚合物電解質構件之致動器，其中陽離子響應於施加在其上的一電場，而可於該電解質構件中自由遷移。施加該電場之方式，係藉由對設置於該聚合物電解質構件上，且於圓周上相間分布之複數個電極通電。該複數個電極係內嵌、沉積或固接於該聚合物電解質構件至少一表面的至少一部分上。該複數個電極

之每一者可經由一或多個電導線與一電壓源連接，該電導線可為一金屬線，其沿該長型撓性部件之該芯上方延伸，且具有與該電壓源耦接之一近側端，及與該電極耦接之一遠側端。對該複數個電極之一或多個（但非全部）選擇性通電時，會因沿該聚合物電解質構件的一側或一部分收縮及／或膨脹，導致該聚合物電解質構件產生不對稱變形。

【0007】 在某些具體實施例中，該芯之外表面可自該長型撓性部件之遠側端延伸成為直線尖錐形、曲線尖錐形或階梯狀尖錐形，以形成一厚度、寬度或直徑縮減之末端。任何此類尖錐狀末端的角度，可視期望之撓性特性而定。可選擇該尖錐狀末端之長度，以使硬度漸層變化較多（長尖錐）或較少（短尖錐）。在某些具體實施例中，該尖錐狀末端可包括一向遠端延伸之尖錐狀外直徑，以使該芯之一部分的橫截面面積縮小，使其可因此嵌入該聚合物電解質構件內。在某些具體實施例中，該芯具有一實心橫截面。但在其他某些具體實施例中，該芯可具有一空心橫截面。舉例而言，在某些具體實施例中，該芯內部設有一內管腔，其沿長軸自該芯之該近側端向該遠側端延伸。在其他具體實施例中，該芯可包含一金屬材料並與該等電極之至少一者耦接，以作為一額外之電導管。

【0008】 在某些具體實施例中，該襯套可自該長型撓性部件之遠側端延伸，以圍繞該離子型電活性聚合物致動器之至少一部分。舉例而言，該襯套可圍繞該等電極其中一者、該聚合物電解質構件或前述之組合。

【0009】 該等電導線與該長型撓性部件透過各種方式、技術及／或結構互連。舉例而言，但不具限制目的，在一具體實施例中，該等電導線之每一者沿該芯之一外表面設置，呈直線或平行排列，且以彼此留有間隔的方式分布於圓周上。在一示例性具體實施例中，複數個溝槽呈直線排列，且以彼此留有間隔的方式分布於圓周上，自該芯之該外表面向內延伸，每一溝槽分別容納該等電導線之其中一者。在其他具體實施例中，該複數個電導線之每一者以螺旋狀或互相纏繞

之方式圍繞該芯。或者，在某些具體實施例中，該等電導線可固接於該襯套及該芯之間，且進一步固接於該離子型電活性聚合物致動器之至少一部分。在其他具體實施例中，該等電導線可穿過該芯，如當該芯具備一實心橫截面時，以穿過該芯的方式固接或內嵌。或者，當該芯具備一空心橫截面，該等電導線可穿過於上述該芯內部定義之該內管腔。

【0010】 為使該等電導線與該長型撓性部件及該離子型電活性聚合物致動器絕緣（除期望產生之接觸區域以外），該複數個電導線之每一者可進一步包含一絕緣塗層於其上。該絕緣塗層之材料可包含但不限於如陶瓷、聚四氟乙烯（PTFE）、尼龍、聚醯亞胺（polyimide）、聚酯纖維（polyester）或前述之組合。

【0011】 在某些具體實施例中，該聚合物電解質構件可包含一聚合物主體及作為溶劑之一電解質。該聚合物可包含但不限於含氟聚合物及本質型導電聚合物。在一示例性具體實施例中，該等含氟聚合物可包含全氟離子鍵聚合體（perfluorinated ionomers）、聚偏二氟乙烯（polyvinylidene difluoride，PVDF）或前述之共聚物（例如聚偏氟乙烯-六氟丙烯共聚物（Polyvinylidene fluoride-co-hexafluoropropylene），PVDF-HFP），但不限於該等聚合物。在另一示例性具體實施例中，該等本質型導電聚合物可包含但不限於聚苯胺（polyaniline，PANI）、聚吡咯（polypyrrole，Ppy）、聚（3,4-乙炔二氧基噻吩）（poly(3,4-ethylenedioxythiophene)，PEDOT）、聚苯硫醚（poly(p-phenylene sulfide)，PPS）或前述之組合。在又一具體實施例中，該電解質為水或一離子液體。該離子液體之示例性實例包括但不限於1-乙基-3-甲基咪唑四氟化硼（1-ethyl-3-methylimidazolium tetrafluoroborate，EMI-BF₄）、1-乙基-3-甲基咪唑雙(三氟甲基磺基)亞胺（1-ethyl-3-methylimidazolium bis(trifluoromethylsulfonyl)imide，EMI-TFSI）、1-乙基-3-甲基咪唑三氟甲磺酸酯（1-ethyl-3-methylimidazolium trifluoromethanesulfonate，EMITf）或前述之組合。

【0012】 在某些具體實施例中，該等電極每一者可包含鉑、黃金、碳基材料或前述之組合其中一者。碳基材料之示例性實例可包含但不限於碳化物衍生碳、奈米碳管、石墨烯、碳化物衍生碳與聚合物電解質構件之一複合物，以及奈米碳管與聚合物電解質構件之一複合物其中一者。

【0013】 在該醫療裝置之一具體實施例中，該離子型電活性聚合物致動器可包含複數個獨立且互相電隔離、呈角分布之電極，其分布在該聚合物電解質構件之至少一表面周圍。在該醫療裝置之一具體實施例中，該離子型電活性聚合物致動器包含於該醫療裝置的致動部（如導引線）遠側端上的一可彎折部分。舉例而言，但不具限制目的，在一具體實施例中，該醫療裝置之該可彎折部分包含三個呈角分布電極，以各電極中線處為分隔點，每一電極與其他電極保持約120度（2.094 弧度）之間隔。於另一示例中，但不具限制目的，該醫療裝置之該可彎折部分可包含八個呈角分布電極，以各電極中線處為分隔點，每一電極與其他電極保持約45度（0.785 弧度）之間隔。應瞭解的是，該複數個電極之每一者皆於該聚合物電解質構件表面上覆蓋一圓周跨距，且因此所謂的「角度分隔」，可以該等電極的中線處為分隔點，而非以該等電極之相鄰邊緣為分隔點，因為該等電極的位置較接近鄰近電極之相鄰邊緣，而離鄰近電極之中線較遠。在該醫療裝置之其他具體實施例中，該等電極彼此以間隔隔開，以提供一實質間隙。

【0014】 在某些具體實施例中，電導線以各種傳統技術，如軟焊、壓接、釘接、夾接、熱焊、導電黏著劑（如使用導電環氧樹脂）等，直接與電極互連（如彼此整合或相嵌）。或者，在某些具體實施例中，電導線可透過一中介電導橋間接與該等電極互連。在一示例性具體實施例中，該電導橋於該聚合物電解質構件之一表面及該等電極其中至少一者之間延伸，以作為使該等電導線與該等電極連接之一導電介面，並使電流於其間流動，而不干擾兩者之電性連接。

【0015】 在某些具體實施例中，可使用任何方式將該離子型電活性聚合物致動器配置為提供兩個彎折動作的自由度。舉例而言，四個電極於該聚合物電解質構件之該表面上呈圓周等角分布，以各電極中線處為分隔點彼此分隔。在某些具體實施例中，該離子型電活性聚合物致動器可被以任何方式配置為提供一個彎折動作的自由度。在一示例性具體實施例中，該聚合物電解質構件可為一正圓柱體或其他橫截面、柱體或呈其他類型之柱狀，而兩個電極於該聚合物電解質構件之該表面上呈圓周等角分布。在另一示例性具體實施例中，該聚合物電解質構件可為長方形並定義一上表面及對應之一下表面，且兩個電極於該聚合物電解質構件之該上表面及該下表面上呈圓周對稱分布，以形成一三明治結構，其中該等電極將該聚合物電解質構件夾擠於中間。

【圖式簡單說明】

【0016】 藉由隨附圖式，更易於理解本發明之具體實施例。隨附圖式併入且構成本發明的一部分，並可搭配說明書共同描述本發明之內容。隨附圖式內容簡單描述如下。

【0017】 第1A圖係一等角視圖，其繪示本發明一具體實施例中含有一長型撓性部件及一可彎折部分之一導引線的一部分。

【0018】 第1B圖係一等角視圖，其繪示第1A圖中一具體實施例之導引線的一部分，此圖移去一聚合物襯套的其中一截，以明示內部組件之細節。

【0019】 第2A圖至第2F圖繪示第1A圖中該長型撓性部件的多個具體實施例，其中：

【0020】 第2A圖係一橫剖面圖，其繪示本發明一具體實施例中之長型撓性部件，並繪示沿該芯之該外表面以直線排列之兩個電導線，且該等電導線在圓周上彼此以間隔隔開。

【0021】 第2B圖係一橫剖面圖，其繪示本發明另一具體實施例中之長型撓性部件，並繪示沿該芯之該外表面以直線排列之一個電導線，且該電導線在圓周上與其他電導線以間隔隔開，該芯進一步包含一芯導線。

【0022】 第2C圖係一側視圖，其繪示本發明另一具體實施例中長型撓性部件之該芯，並繪示電導線以螺旋狀或相互纏繞方式圍繞該芯。

【0023】 第2D圖係一側剖面圖，其繪示本發明另一具體實施例中之長型撓性部件及可彎折部分，並繪示沿該長型撓性部件與該芯共同形成之一內管腔。

【0024】 第2E圖係一橫剖面圖，其繪示第2D圖中之長型撓性部件，並繪示該等電導線穿過該內管腔。

【0025】 第2F圖係一橫剖面圖，其繪示本發明另一實施例之長型撓性部件，並繪示沿該芯之該外表面直線排列之複數個溝槽，每一溝槽與其他溝槽於圓周上以間隔隔開。

【0026】 第3A圖至第3C圖繪示第1A圖中，多個具體實施例之導引線的長型撓性部件及可彎折部分，其中該長型撓性部件之遠側端設有一尖錐狀末端，其中：

【0027】 第3A圖係一等角視圖，其繪示本發明一具體實施例中長型撓性部件及可彎折部分之一部分，該聚合物襯套其中一截以實線標示，以明示內部組件之細節。

【0028】 第3B圖係一側剖面圖，其繪示第3A圖中一具體實施例之長型撓性部件及可彎折部分，並繪示一尖錐狀末端，其越接近該長型撓性部件之遠側端

時截面積越小，以和設置於該可彎折部分上之該離子型電活性聚合物致動器的近側端耦接。

【0029】 第3C圖係一側剖面圖，其繪示第3A圖中另一具體實施例之長型撓性部件及可彎折部分，並繪示一尖錐狀末端，其嵌入該聚合物電解質構件之近側端。

【0030】 第4A圖係一等角視圖，其繪示第1A圖及第1B圖中一具體實施例之可彎折部分的一部分，並繪示該可彎折部分的拉直模式。

【0031】 第4B圖係一透視圖，其繪示第4A圖可彎折部分之該部分的變形或彎折模式。

【0032】 第4C圖係一橫剖面圖，其繪示第4A圖及第4B圖中該可彎折部分的該部分，並繪示本發明一具體實施例中，第一組被選取之四個電訊號被施加至於該聚合物電解質構件外表面周圍、呈圓周分布之四個電極，以提供兩個彎折自由度。

【0033】 第4D圖係一橫剖面圖，其繪示第4A圖及第4B圖中該可彎折部分的該部分，並繪示本發明另一具體實施例中，第二組被選取之四個電訊號被施加至於該聚合物電解質構件上呈圓周分布之電極。

【0034】 第5圖係一等角視圖，其繪示另一具體實施例之導引線可彎折部分的一部分，並繪示一柱狀離子型電活性聚合物致動器提供一個彎折自由度。

【0035】 第6A圖係一等角視圖，其繪示本發明另一具體實施例之一導引線，包含一長型撓性部件及一可彎折部分。

【0036】 第6B圖係第6A圖之等角視圖，一聚合物襯套其中一截以實線標示，以明示內部組件之細節。

【0037】 第6C圖係一等角視圖，其繪示第6A圖及第6B圖之可彎折部分，並繪示具一三明治結構之離子型電活性聚合物致動器。

【0038】 第7A圖係一側剖面圖，其繪示本發明另一具體實施例之長型撓性部件且未具有一導引線之聚合物襯套及可彎折部分，並繪示一導電橋13，於該離子型電活性聚合物致動器之近側端處形成。

【0039】 第7B圖係一側剖面圖，其繪示第7A圖之長型撓性部件，且具有聚合物襯套。

【0040】 第8A圖係一側視圖，其繪示本發明一具體實施例中，該導引線之長型撓性部件及可彎折部分，其具有與第2D圖大致相同但經修飾之配置。

【0041】 第8B圖係一側視圖，其繪示第8A圖之可彎折部分。

【0042】 第9A圖至9C圖係示意圖，其繪示該離子型電活性聚合物致動器與尖錐狀末端之整合，該尖錐狀末端設置於該長型撓性部分之芯的遠側端，其中：

第9A圖係一分解圖，其繪示第6A圖及第6B圖中，一具體實施例之一導引線的芯及離子型電活性聚合物致動器；

第9B圖係一等角視圖，其繪示第6A圖及第6B圖中，一具體實施例之一導引線的芯及離子型電活性聚合物致動器；及

第9C圖係第9B圖之等角視圖，一離子型電活性聚合物致動器其中一截以實線標示，以明示內部組件之細節。

【0043】 第10A圖至第10D圖係示意圖，其繪示電導線與該離子型電活性聚合物致動器之電極及該長型撓性部件之芯整合，其中：

第10A圖係一側視圖，其繪示第6A圖及第6B圖中，一具體實施例之一導引線的芯、離子型電活性聚合物致動器及電導線。

第10B圖係第10A圖之側視圖；

第10C圖係第10A圖之等角視圖，一離子型電活性聚合物致動器其中一截以實線標示，以明示內部組件之細節；及

第10D圖係第10A圖之側視圖，一離子型電活性聚合物致動器其中一截以實線標示，以明示內部組件之細節。

【0044】 第11A圖至第11E圖係示意圖，其繪示整合該聚合物襯套，使其圍繞該芯、該離子型電活性聚合物致動器之該近側端及該等電導線，其中：

第11A圖係一等角視圖，其繪示本發明一具體實施例中一導引線之長型撓性部件及可彎折部分，其中該長型撓性部件包含一芯及圍繞芯1之一聚合物襯套，而該可彎折部分包括第6A圖及第6B圖之一離子型電活性聚合物致動器110b；

第11B圖係第11A圖之側視圖；

第11C圖係第11A圖之等角視圖，一聚合物襯套其中一截以實線標示，以明示內部組件之細節；

第11D圖係第11A圖之側視圖，一聚合物襯套其中一截以實線標示，以明示內部組件之細節；及

第11E圖係第11A圖之側視圖，一聚合物襯套及一離子型電活性聚合物致動器其中一截以實線標示，以明示內部組件之細節。

【實施方式】

【0045】 導引線類之醫療裝置係非常細窄，以便插入人體管腔內，例如動脈、靜脈、咽喉、耳道、鼻道、尿道或其他任何數量之管腔或體內腔道。此類醫療裝置讓醫生在執行非侵入性手術時，無須為實施手術操作步驟或醫療程序提供局部空間，而在受試者或病患身上切開大面積傷口；如此一來，可使手術恢復期相較於傳統手術實質縮短。

【0046】 本文所使用的「受試者」或「病患」等詞，係指接受以該裝置進行醫療處置的對象。在某些方面，該病患為一人類病患；在其他方面，該病患為陪伴動物、競賽用動物、家畜或農場動物或其他動物。

【0047】 本文所使用的「離子型電活性聚合物致動器」一詞，係指一醫療裝置之構件，其包含一聚合物電解質薄型構件，其中陽離子響應於其上施加一電場而遷移；及一或多個電極，設置於該聚合物電解質構件之表面上。如本文所述，該「離子型電活性聚合物致動器」可設置於醫療裝置上可彎折部分之遠側端，以移動或選擇性彎折該遠側端。具體而言，對一或多個電極選擇性通電時，會因沿該聚合物電解質構件一側或一部分收縮及／或膨脹，導致該（等）聚合物電解質構件不對稱變形。應瞭解的是，該聚合物電解質構件中的陽離子會移往通電陽極並遠離通電陰極，同時仍滯留於該聚合物電解質構件基質內。如此將使該聚合物電解質構件鄰近通電陽極的部分膨脹、鄰近通電陰極的部分收縮，於是導致該聚合物電解質構件彎折。調控經電導線傳送至該等電極之電訊號時，可使該聚合物電解質構件朝一預期或選定方向彎折。在鬆弛或未通電的狀態下，該離子型電活性聚合物致動器之該聚合物電解質構件則維持其最初型態。

【0048】 本文所使用的「聚合物電解質構件」一詞，係指包含一聚合物主體及一電解質溶劑（如水、離子液體等）之一層、膜、柱體或組件，可具備任何形狀或形式。該聚合物主體可包含，但不具限制目的，如含氟聚合物及本質型導電聚合物。舉例而言，該聚合物電解質構件可包含一多孔聚偏氟乙烯或聚偏二氟乙烯、一高度非反應性熱塑性含氟聚合物，其由偏二氟乙烯聚合而成，且包含離子液體或鹽水。或者，該聚合物電解質可包含一凝膠，其由聚偏氟乙烯或聚偏二氟乙烯、碳酸丙烯酯和一離子液體形成。

【0049】 本文所使用的「電導線」或「電導線管」等詞係指一組件，其將電訊號從一電源導向該複數個電極之一或多個，以影響該聚合物電解質構件的

彎折，該組件亦可包含一貴金屬，以具備較優良的化學穩定性及抗腐蝕性。舉例而言，但不具限制目的，將電位傳輸至被選取之電極，以致動該聚合物電解質構件之該電導線或電導線管，係包含高導電性之鉑、鉑合金、銀或銀合金、或是包含黃金或黃金合金，上述金屬除了具備化學穩定性及抗腐蝕性之外，亦具備延展性，因此便於形成非常細的電導線，而且具備低度固有抗彎折性。

【0050】 後文描述用來執行或協助手術操作的醫療裝置之特定具體實施例，以及有助於製備該類醫療裝置之方法。應瞭解的是，醫療裝置及方法之其他具體實施例，亦包含於所附請求項之專利申請範圍內，且該等具體實施例之描述對本發明不具限制性。第1A圖繪示一醫療裝置之一具體實施例，包含一導引線1之一部分的等角視圖。第1B圖係一透視圖，其繪示第1A圖中導引線1之該部分，並移去該聚合物襯套以明示內部組件之細節。導引線1包含一長型撓性部件10，及一可控制之可彎折部分11，可彎折部分11位於長型撓性部件10之遠側端100處。長型撓性部件10進一步包含一芯101（見如第1B圖）及圍繞芯101之一襯套102。可彎折部分11包括一離子型電活性聚合物致動器110，其包含一聚合物電解質構件111，該電解質構件設置於長型撓性部件100的芯101附近且大體上與之共線，並位於複數個通電電極112的中央，如第1A圖及第1B圖所示。實質圍繞聚合物電解質構件111之外表面113的複數個電極112，每一者均連接至複數個電導線12中不同的一個的一遠側端120，電訊號或電位可透過電導線12被施加至已連接之電極112。

【0051】 如第1圖所示，長型撓性部件10可自醫療裝置之可操控部分延伸，該可操控部分設置於長型撓性部件10之近側端103，且可經由操控器（圖中未顯示）操控。長型撓性部件10之芯101非常細窄，可插入人體（圖中未顯示）內部之管腔（圖中未顯示）。另外，芯101有足夠撓性且在軸向上為實質上不可壓縮，可在長型撓性部件10導入人體內管腔（圖中未顯示）後，經由推壓或驅動的方式，

使芯101通過具有彎曲管道的管腔。芯101可包含任何合適材料，包括金屬、金屬合金、聚合物等，或前述之組合或混合物。合適金屬及金屬合金之某些實例包括不鏽鋼，如304v不鏽鋼；鎳鈦合金，如鎳鈦諾（nitinol）、鎳鉻合金、鎳鉻鐵合金、鈷合金等；或其他合適材料。本文所使用之「鎳鈦諾」一詞，係指一鎳鈦金屬合金。芯101可完全以同樣的材料（如鎳鈦諾）製成，或者於某些具體實施例中，可包括由不同材料製成之部分或截面。在某些具體實施例中，可挑選用來製作芯101的材料，以使軸101的不同部分具備互異之撓性及硬度。舉例而言，芯101之近側端及遠側端可由不同材料（如具不同彈性係數之材料）製成，使芯101上不同位置具備不同撓性。在某些具體實施例中，用來製作該近側端之材料可相對堅硬，以使芯101的近側端具可推壓性及可扭轉性（即不需相當能量累積或遲滯便可扭轉的能力），而用來製作該遠側端之材料可相對有撓性，以使芯101之遠側端的側向可追蹤性及可轉向性更佳。舉例而言，芯101之近側端可由拉直的304v不鏽鋼導線形成，而芯101之遠側端可由拉直的超彈性或直線型彈性合金（如鎳鈦諾）導線形成。第2A圖至第2F圖繪示長型撓性部件10不同的具體實施例。在某些具體實施例中，芯101具有一實心橫截面（見第2A、2B、2C及2F圖）。在第2B圖之實芯具體實施例中，芯101係一金屬芯導線，包含一實心金屬材料104。具實心金屬材料104之芯101可耦接至電極112至少一者，並作為一額外之電導線管，以將自一電源選擇性傳輸之電訊號輸送至複數個電極112其中一或多個，藉此控制聚合物電解質構件111之彎折。如此一來，便可減少附接於芯101之外表面105之電導線12的數量，如將電導線12的數量減少至一個，不同於第2A圖具有兩個電導線12。在某些選擇性具體實施例中，芯101可具一空心橫截面。舉例而言，如第2D圖及第2E圖所示，一內管腔106於芯101內沿長型撓性部件10形成，以容納電導線12。

【0052】 一聚合物襯套102圍繞芯101及離子型電活性聚合物致動器110之一部分，以提高導引線於人體管腔或腔道內的可操縱性。聚合物襯套102包含如一聚合物，例如一熱塑性或熱固性聚合物。舉例而言，聚合物襯套102可包含聚醚嵌段醯胺（PEBA）、聚氨酯、聚醚酯、聚酯、聚芳基醚酮（PAEK）或直線型低密度聚乙烯等，或前述之共聚物或混合物或組合。另外，聚合物襯套102可包含聚合物，如聚醯亞胺、橡膠型聚醯亞胺、嵌段聚醯亞胺/乙酯、矽樹脂、聚乙烯等，或前述之混合物、組合或共聚物，或任何上述之其他材料。在一較佳具體實施例中，聚合物襯套102包含PEBAX®（由Arkema販售）或聚四氟乙烯（PTFE）或前述之組合，以提供襯套102較具撓性之聚合物性質。聚合物襯套102之合適材料的某些其他實例，包括尼龍、聚醚醚酮（polyetheretherketone，PEEK）、聚醯亞胺（polyimide，PI）、聚醚醯亞胺（polyetherimide，PEI）、氟化乙烯丙烯（fluorinated ethylene propylene，FEP）及／或聚全氟烷氧基樹脂（perfluoroalkoxy polymer resin，PFA）。仔細挑選材料及處理技術後，便可使用前述或其他材料之具熱塑性、溶劑可溶性及熱固性的變體，以獲得期望之性質，如撓性、耐扭折性等。

【0053】 另外，在某些具體實施例中，一塗層，例如一潤滑性（如親水性）或其他種類之塗層，可施用於聚合物襯套102之某些部分或整體，及／或導引線1的其他部分之上。親水性塗層（如含氟聚合物）提供一乾式潤滑，可提升導引線處理及裝置之更換。潤滑性塗層可提升裝置於人體管腔或腔道內之轉向性及跨越病灶的能力。合適之潤滑性聚合物為本發明所屬技術領域所習知，且可包含親水性聚合物，如氧化聚亞芳基（polyarylene oxide）、聚乙烯吡咯烷酮（polyvinylpyrrolidones）、聚乙烯醇（polyvinylalcohols）、羥烷基纖維素（hydroxy alkyl celluloses）、藻酸（algins）、糖類、己內酯等，及前述之混合物和組合。在一較佳具體實施例中，聚合物襯套102覆有如上述之一親水性聚合物。

【0054】 可使用任何合適之連接方式（如機械式固定器具(栓子或夾子)、雷射焊接、超音波接合、熱焊及軟焊），將電導線12連接至芯101。舉例而言，在第2A圖及第2B圖中，電導線12之每一者沿芯101之外表面105的長邊直線排列。或者，複數個電導線12之每一者以螺旋狀或互相纏繞方式圍繞芯101之外表面105，如第2C圖所示。接著，第2A圖至第2C圖中電導線12之每一者，與聚合物襯套102、芯101，以及離子型電活性聚合物致動器110之近側端的至少一部分固接（見如第1A圖）。在其他具體實施例中，電導線12可穿過第2D圖中之內管腔106。在又一具體實施例中，如第2F圖所示之複數個溝槽107沿芯101之外表面105以直線排列方式延伸而形成，每一溝槽內部分別容納電導線12之其中一者。聚合物襯套102進一步覆蓋溝槽107，以包覆電導線12於其內。

【0055】 第3A圖及第3B圖繪示第1A圖中，一具體實施例之導引線1的長型撓性部件10及可彎折部分11，其中一尖錐狀末端108設置於長型撓性部件10之芯101的遠側端100附近。芯101之直徑包括一內徑部分，自芯101之遠側端處的一過渡部分延伸；一外徑部分，自芯101之近側端處的過渡部分延伸（圖中未顯示）；及該過渡部分，其沿一或多個尖錐形或階梯形，將該等外徑及內徑部分之間連接為芯101直徑。在某些具體實施例中，如第3A圖及第3B圖所示，被聚合物襯套102圍繞之芯101具有一尖錐狀部分108，該芯之表面越接近該長型撓性部件之遠側端100時，尖錐狀部分108的截面積越小，芯101之內徑部分於遠側端100處變小之橫截面，與離子型電活性聚合物致動器110之近側端114的一表面相接。接著製作聚合物襯套102，其成形方式為將任何上述合適聚合物擠出成型，並置於芯101及離子型電活性聚合物致動器110之近側端114上，以使彼此緊密固接。另外，為與其他部分緊密互連，在第3C圖所示的其他具體實施例中，自尖錐狀末端108延伸至該芯遠側端100之該內徑部分，嵌入向聚合物電解質構件111近側端114內部延伸之一開口。在某些具體實施例中，芯101若呈尖錐狀，視期望之過渡部分性質

而定，可包括尖錐狀部分108上之一一致或不一致的過渡部分。舉例而言，芯101之尖錐狀部分108的直徑過渡面，其側面輪廓可為直線狀、曲線狀或階梯狀，且可包括大於一種過渡部分或直徑變化。任何此類過渡部分與於該芯中線之夾角，可依所期望的芯101撓性特性變化。可選擇尖錐狀108的長度，使其沿芯101長邊之部分的硬度漸層變化較多（長尖錐）或較少（短尖錐）。芯101的尖錐狀部分108可呈尖錐狀，或使用數種本發明所屬技術領域習知技術之任一者，例如圓柱型磨削（如外徑磨削或無心磨削）塑成，但塑成尖錐之方法不限於此。

【0056】 第4A圖係一等角視圖，其繪示第1A圖及第1B圖導線1之具體實施例中可彎折部分11之一端部，並繪示可彎折部分11之拉直模式。可彎折部分11包括一離子型電活性聚合物致動器110，其包含一柱狀聚合物電解質構件111位於如第3A圖至第3C圖之長型撓性部件10的遠側端100附近，且位於其圓周上（即外表面113）呈角分布之複數個可通電電極112中央。圍繞聚合物電解質構件111外表面113周圍的複數個電極112之每一者，與一電導線12之一遠側端120相連，電訊號或電位透過該電導線12被選擇性供應至已連接電極112，且複數個電極112彼此以一間隔隔開，該間隔由聚合物電解質構件111之外表面113的一部分形成。在一具體實施例中，離子型電活性聚合物致動器110可包含於聚合物電解質構件111之外表面113周圍、呈等角分布之複數個角分布電極112。舉例而言，但不具限制目的，在第4A圖之具體實施例中，離子型電活性聚合物致動器110包含聚合物電解質構件111及四個等角分布電極112，該等電極分布於聚合物電解質構件111之外表面113周圍，以各電極中點或中線116為分隔點，每一電極與其他電極保持約90度（1.571 弧度）之間隔。於另一示例中，但不具限制目的，離子型電活性聚合物致動器110可包含八個等角分布電極112，分布於聚合物電解質構件111之外表面113周圍，以各電極中線為分隔點，每一電極與其他電極保持約45度（0.785 弧度）之間隔。於又一示例中，離子型電活性聚合物致動器110可包

含三個等角分布電極112，分布於聚合物電解質構件111之外表面113周圍，以各電極中線為分隔點，每一電極與其他電極保持約120度（2.094 弧度）之間隔。應瞭解的是，複數個電極112之每一者皆於該聚合物電解質構件表面上覆蓋一圓周跨距，且因此所謂的「角度分隔」，可以該等電極的中線處為分隔點，而非以該等電極之相鄰邊緣為分隔點，因為該等電極的位置較接近鄰近電極之相鄰邊緣，而離鄰近電極之中線較遠。在該醫療裝置之某些具體實施例中，該等電極彼此以間隔隔開，在相鄰電極間提供作為絕緣渠道的一實質間隙。

【0057】 在一具體實施例中，第4A圖中之離子型電活性聚合物致動器110為一離子型聚合物金屬複材（IPMC）致動器。在一具體實施例中，離子型電活性聚合物致動器110包含一聚合物電解質構件111，該電解質構件之材料為PVDF-HFP，並經EMITF（作為電解質）浸漬。或者，導引線1之離子型電活性聚合物致動器110之其他具體實施例可包括一聚合物電解質構件111，其包含至少一個全氟離子鍵聚合體，例如Aciplex™（由日本東京市Asahi Kasei Chemical Corp.生產）、Flemion®（由美國賓州埃克斯頓AGC Chemical Americas, Inc.生產）、fumapem® F-Series（由德國比蒂格海姆-比辛根鎮 Fumatech BWT GmbH生產）或Nafion®（由美國德拉瓦州威明頓市The Chemours Company生產）。

【0058】 在一具體實施例中，電極112可包含鉑、黃金、碳基材料或前述之組合（例如一複合物）其中之一。該碳基材料可包括但不限於如碳化物衍生碳（CDC）、奈米碳管（CNT）、石墨烯、碳化物衍生碳與聚合物電解質構件111之複合物，以及奈米碳管與聚合物電解質構件111之複合物。在一示例性具體實施例中，電極112為雙層，且包括：一碳（CDC及／或CNT）與PVDF-HFP/EMITF複合層，及一黃金層。可利用任何合適技術，將電極112整合於聚合物電解質構件111之外表面113上。舉例而言，但不具限制目的，可使用一電化學程序將金屬電極112（例如鉑或黃金電極）沉積於其上。或者，雙層電極112可透過下列步驟

製備並整合在外表面113上：將一碳基材料層噴塗於外表面113上，再將一黃金層以噴塗方式塗覆於該碳基材料層上，之後使用一迴焊程序將該碳基材料層與該黃金層整合。迴焊程序之描述詳見PCT專利申請案第PCT/US17/16513號內文，其全文以引用形式併入本文中。透過選擇性地對複數個電極112之一或多個通電，可彎折部分11可選擇性、可控制地變形並進入一彎折模式，後文將對此詳細說明。第4B圖為一等角視圖，其繪示第4A圖中可彎折部分11之一部分的變形或彎折模式。複數個電極112中每一者均連接至電導線12之一遠側端120（第1B圖），電訊號可透過該電導線被施加至與電導線12連接之電極112，以使聚合物電解質構件111中的金屬陽離子朝一方向移動，該方向由被選擇性施加至個別電極112之陽極或陰極電位決定。此類由施加電訊號引發之陽離子遷移，會導致聚合物電解質構件111中鄰近接收陽極電位之電極的部分膨脹，並且彎折或彎向其餘未膨脹的部分。於是，若欲控制離子型電活性聚合物致動器110之聚合物電解質構件111彎折變形的程度及方向，可藉由策略性選擇對電極112中之何者通電，並藉由調整透過電導線12被施加至電極112之電位的幅度及正負號（+/-）而完成。

【0059】 或者，假設在一或多個電位未被施加至複數個電極112之一或多個的情形下，可彎折部分11被觀察到呈現變形模式，則若欲判斷所觀察到的撓曲程度，可測量因彎折而施加於不同導線上之不同電位，並藉由將該等電位電性形成一電壓源，將該等電位等同於可彎折部分11從自由模式變化至彎折模式的彎折程度，以判斷施加至可彎折部分的外力大小及方向；或者，假設施加一已知電位至電極112無法使可彎折部分11產生預期的變形，則該預期的變形與實際（若確實發生）的變形之間的差異，可作為對導引線1之可彎折部分11施加外力時的外力強度指標。

【0060】 第4C圖係第4A圖及第4B圖中可彎折部分11的橫剖面圖，其繪示本發明一具體實施例中，第一組被選取之四個電位被施加至配置在聚合物電解

質構件111外表面113周圍呈圓周分布之四個電極112，以提供兩個彎折自由度（例如沿X軸方向及／或Y軸方向彎曲）。第4C圖繪示被施加至該複數個等角分布電極112之電荷（正負號），以使可彎折部分11向箭號2所指示方向彎折。應瞭解的是，對第4C圖中可彎折部分11左右兩側之電極112施加正電位，再對第4C圖頂部之電極112施加正電位，進而再對第4C圖底部之電極112施加負電位，結果會產生一變形量，其不同於對第4C圖頂部之電極112施加正電位，及對其餘電極112施加負電位會產生的變形量。應瞭解的是，使用者可選擇能產生預期變形的複數個電訊號。

【0061】 第4D圖係第4A圖及第4B圖中可彎折部分11的橫剖面圖，其繪示本發明另一具體實施例中，第二組被選取之四個電位被施加至配置在聚合物電解質構件111周圍呈圓周分布之電極112。第4D圖繪示對第4D圖中可彎折部分11頂部之電極112、對第4D圖中可彎折部分11右側之電極112施加正電位，且第4D圖進一步繪示對第4D圖底部之電極112、對第4D圖左側之電極112施加負電位。因施加該等電位所造成之聚合物電解質構件111的變形，變形方向如箭號3所示。

【0062】 應瞭解的是，可藉由策略性控制傳送至個別電極112之電荷強度，使第4C圖及4D圖中導引線1之可彎折部分11產生多種方向和不同程度的變形或撓曲。雖然第4A圖至第4D圖中之具體實施例繪示一可彎折部分11，其包括四個電極112，應瞭解的是，導引線1之致動部100的可彎折部分11可包括多於或少於四個電極112，且此類其他具體實施例將具有不同程度之撓曲及變形方向的可能性，因此可提供更多或更少的自由度。

【0063】 第5圖係一等角視圖，其繪示本發明另一具體實施例中之導引線1的可彎折部分11，並繪示一離子型電活性聚合物致動器110a，其中兩個呈圓周分布之電極分別設置於柱狀聚合物電解質構件111a之外表面113a周圍，以提供一個彎折動作（如向上或向下）自由度。一頂部電極112a設置於柱狀聚合物電解質

構件111a之外表面113a頂部周圍，且一底部電極112a'對稱設置於外表面113a底部周圍。如上所述，舉例而言，鄰近已通電頂部電極112a之聚合物電解質構件111a頂部部分會收縮（當一正電位被施加至第5圖之頂部電極112a時），而鄰近已通電底部電極112a'之聚合物電解質構件111a底部部分會膨脹（當一負電位被施加至第5圖之底部電極112a'時），因此導致聚合物電解質構件111a朝箭號4所指示的方向彎折。

【0064】 第6A圖繪示一醫療裝置之另一具體實施例，包含一等角視圖，其繪示一導引線1之一部分。第6B圖係第6A圖之導引線的一等角視圖，圖中外罩之一聚合物襯套以虛線標示，以明示內部組件之細節。關於長型撓性部件10之細節及其內部組件，可參照前文說明。本發明所提供、如第6A圖及第6B圖所示之導引線1的離子型電活性聚合物致動器110b，其橫截面形狀與前述具體實施例不同。舉例而言，但不具限制目的，在一具體實施例中，第6C圖係一等角視圖，其繪示第6A圖及第6B圖之導引線1的可彎折部分11，並繪示一長方形橫截面，或者具體而言，一「三明治結構」之離子型電活性聚合物致動器110b，致動器110b具有兩個呈圓周分布之電極：一頂部電極112b及一底部電極112b'，分別設置於聚合物電解質構件111b之長方形截面頂部及底部外表面113b周圍，以形成一「三明治結構」。具「三明治結構」之離子型電活性聚合物致動器110b可透過任何合適技術製備。舉例而言，但不具限制目的，電極112b、112b'可以鑄模製成，接著以熱壓鑄造技術與長方形聚合物電解質構件111b組合，無須進行精密微加工，因此在相鄰電極與因前述加工方式可能產生之開放電路開口之間不會出現間隙（否則會形成絕緣渠道）。同樣地，離子型電活性聚合物致動器110b可以第5圖繪示之方式彎折，以在頂部電極112b及底部電極112b'以各通以正負號（即+/-）相反之電位時，提供一個彎折動作（如於Y軸上向上或向下）自由度。

【0065】 電導線12與電極112透過任何合適之連接技術互連。舉例而言，在第3B圖及第3C圖之具體實施例中，電導線12與電極112每一者之至少一部份，透過導電膠或雷射焊接之方式於離子型電活性聚合物致動器110b之近側端114處互連（如經整合或內嵌）。接著，聚合物襯套102外罩於芯101之上，近側端114之一部分與電導線12相連，以使彼此固接。

【0066】 第7A圖係一側剖面圖，其繪示本發明另一具體實施例之導引線的長型撓性部件10及可彎折部分11。圖中，一導電橋13於離子型電活性聚合物致動器110之近側端114表面上形成，以介接電極112及聚合物電解質構件111，並提升電訊號於兩者之間的傳輸效果。電導線12自近側端103（見如第1A圖）至遠側端100處與芯101之外表面105相連，且與長形撓性部件10之尖錐狀末端108的一部分相連。芯101的直徑縮減部分自尖錐狀部分延伸至其遠側端100，且電導線12之遠側端120因此內嵌入聚合物電解質構件111內的一開口中，而於導電橋113及該縮減直徑部分朝該開口內延伸處，導電橋13及電導線12之間的接觸面積得以增加。直徑縮減部分之遠側端100的尖端可與該聚合物電解質構件內的開口末端保持間隔，如第7A圖及第7B圖所示，或可接於後者之上。導電橋13可透過任何適合的技術（例如使用黏著劑、塗敷、鍍覆、蝕刻或沉積，但不限於此施作方法或該等材料），將金屬材料（例如黃金、銀或銅）或含有導電聚合物之非金屬材料製成的導電箔或導電膠帶貼附至電極112及聚合物電解質構件111之表面製備而成。接著，如第7B圖所示，聚合物襯套102（如虛線所示）外罩於芯101之上，且離子型電活性聚合物致動器110之近側端114的一部分與電導線12互連，以使彼此固接。

【0067】 第8A圖係一側剖面圖，其繪示導引線1之長型撓性部件10及可彎折部分11，其具有大致如第2D圖所示、且於本文中述及之一具體實施例大致相同的配置。第8B圖係一側剖面圖，其繪示第8A圖之可彎折部分11。一內管腔106

於芯101內形成，且位於長型撓性部件10之長邊上，而一對應管腔於可彎折部分11的近側端114處，朝聚合物電解質構件111的一部分內延伸。如第8B圖所示，個別導電橋13a設置於離子型電活性聚合物致動器110之遠側端115，以電性連接電極112及聚合物電解質構件111；且電導線12穿過內管腔106，並嵌入聚合物電解質構件111，嵌入部分位於可彎折部分11之近側端114至遠側端115之間，以透過傳統導線連接技術如軟焊、壓接、釘接、夾接、熱焊、導電膠帶（如使用導電環氧樹脂）等與導電橋13a電性連接。

【0068】 回頭參照第6A圖及第6B圖，具有「三明治結構」的離子型電活性聚合物致動器110b可透過下列示例性方法製備。聚合物電解質構件111b之製備方式，係先將含氟聚合物樹脂（如聚偏氟乙烯-六氟丙烯共聚物(PVDF-HFP)）溶於合適之溶劑中，如丙酮、二甲基乙醯胺（DMAc）等，再使用刮刀法將所得之聚偏氟乙烯-六氟丙烯共聚物配方塗於一聚四氟乙烯（PTFE）基板上，並在室溫下固化。另外，使PVDF-HFP膜於80°C真空中乾燥，以去除殘留之溶劑。最後，將PVDF-HFP膜熱壓鑄於兩片聚四氟乙烯板之間，並於200-240°C下退火兩小時。該PVDF-HFP膜冷卻至室溫後，將其自該聚四氟乙烯基板剝離。最終膜產物之厚度為50-60 μm。接著於60-90°C下，將該聚合物膜浸漬於合適之離子型液態電解質中，如1-乙基-3-甲基咪唑雙(三氟甲基磺醯基)亞胺（EMIMTFSI）或1-乙基-3-甲基咪唑三氟甲磺酸酯（EMITF）中至少12小時。

【0069】 接著，根據以下之示例性具體實施例，將頂部電極112b及底部電極112b'分別設置於所獲得之聚合物電解質構件111b的頂部及底部外表面113b周圍。用於層狀的頂部電極112b及底部電極112b'的碳聚合物複合物之製作方式，係製備一分散液，即於一溶劑（如二甲基乙醯胺）中包含一期望之導電碳材料、PVDF-HFP及離子液。本發明所使用之導電碳材料可為碳化物衍生碳（CDC）、奈米碳管（CNT）、碳氣凝膠、石墨烯或其他碳之同素異形體或前述之組合。於

高溫下攪拌該碳-聚合物混合物四小時，以達均相分散。再以超音波浴及超音波探頭處理該分散液四小時。接著，將所獲得之碳分散液以刮刀法塗於一聚四氟乙烯基板上，並於室溫下乾燥至少14小時。再使該膜於80°C真空中乾燥五小時，最後於200-240°C下，將該碳-聚合物複合物膜熱壓鑄10-30分鐘。

【0070】 所獲得之碳-聚合物複合物膜的電導性通常不佳，不具備適用於離子型電活性聚合物致動器110b的電化學特性，原因與所使用的碳材料種類有關。因此，在某些具體實施例中，可將厚度為100-150 nm之薄型金箔鍍覆於所獲得之碳-聚合物複合物膜上，以作為導電性電流收集器並增強該電極之導電度。或者，在其他具體實施例中，可使用一噴塗程序將一奈米粒子分散液塗層外覆於該碳-聚合物複合物膜，以形成頂部電極112b及底部電極112b'。

【0071】 最後，使用熱壓鑄法組合所獲得之聚合物電解質構件111b、頂部電極112b及底部電極112b'，條件為200-240°C、2-8分鐘，視所使用之碳材料種類及電極配置而定，以形成具「三明治結構」的層壓型離子型電活性聚合物致動器110b。在某些具體實施例中，離子型電活性聚合物致動器110b的總厚度約為90-110 μm 。在一具體實施例中，可將所獲得之離子型電活性聚合物致動器110b切成一寬300 μm 、長12 mm之長條，以套用於導引線1之可彎折部分11之上。

【0072】 第9圖至第11圖繪示製作第6A圖及第6B圖所示導引線的流程。第9A圖至第9C圖係示意圖，繪示離子型電活性聚合物致動器110b與芯100之寬度縮減部分的整合，該寬度縮減部分於長型撓性部件10之芯101的遠側端100處遠離尖錐狀部分108。第9A圖係一分解圖，其繪示第6A圖及第6B圖所示之導引線的芯101及離子型電活性聚合物致動器110。第9B圖係一等角視圖，其繪示第6A圖及第6B圖所示之導引線的芯101及離子型電活性聚合物致動器110，該導引線組合於芯101上。第9C圖係第9B圖之透視圖，離子型電活性聚合物致動器110其中一截以虛線標示，以明示內部組件之細節。如第9A圖所示，一頂部電極112b及

一底部電極112b'分別設置於長方形聚合物電解質構件111b之頂部及底部外表面113b周圍，且位於截面為長方形之該芯寬度縮減部分周圍，該縮減部分自芯101之尖錐狀部分108向遠端延伸。在第9B圖及第9C圖中，該寬度縮減部分及該芯之尖錐狀部分108的一部分經合適技術處理（如熱壓鑄技術、迴焊技術等），被夾於兩個長方形聚合物電解質構件111b之間，形成一層壓狀「三明治結構」。

【0073】 第10A圖至第10D圖係示意圖，其繪示電導線12與離子型電活性聚合物致動器110b之電極112b、112b'的連接，及電導線12與長型撓性部件10之芯101的連接。第10A圖係一透視圖，其繪示本發明一具體實施例中一導引線的一芯、一離子型電活性聚合物致動器及數個電導線。第10B圖係第10A圖之側視圖。第10C圖係第10A圖之透視圖，其中該離子型電活性聚合物致動器以虛線標示，以明示內部組件之細節。第10D圖係第10A圖之側視圖，其中該離子型電活性聚合物致動器以虛線標示，以明示內部組件之細節。此處如第10A圖至第10D圖所示之電導線12，自芯101之近側端103至遠側端100纏繞芯101，且電導線12之每一者的遠側端120與電極112b、112b'之每一者以合適之連接技術（如使用導電膠或雷射焊接）各自相連。在某些具體實施例中，芯101上遠離尖錐狀部分108之寬度縮減部分進一步內嵌入離子型電活性聚合物致動器110b的遠側端115，以利彼此固接，如第10C圖及第10D圖所示。

【0074】 第11A圖至第11E圖係示意圖，其繪示芯101上方之聚合物襯套102、離子型電活性聚合物致動器110b之近側端114b，以及電導線12彼此之間的整合。第11A圖係一等角視圖，其繪示本發明一具體實施例中一導引線的長型撓性部件10及可彎折部分11，其中長型撓性部件10包含一芯101（見如第11C圖及第11D圖）及圍繞芯101之一聚合物襯套102；可彎折部分11b包括如上述之一離子型電活性聚合物致動器110b（見如第9圖至第10圖）。第11B圖係第11A圖之側視圖。第11C圖係第11A圖之等角視圖，其中聚合物襯套之一截以虛線標示，以

明示內部組件之細節。第11D圖係第11A圖之側視圖，其中聚合物襯套之一截以實線標示，以明示內部組件之細節。第11E圖係第11A圖之側視圖，其中聚合物襯套之一截及離子型電活性聚合物致動器以虛線標示，以明示內部組件之細節。如第11A圖至第11E圖所示，進一步使一聚合物襯套102圍繞芯101、離子型電活性聚合物致動器110b之一部分（即近側端114）及其上之電導線12，以提升導引線之可操縱性。聚合物襯套102之形成方式，係將本文所述之任何合適聚合物擠出成型，並置於芯101及離子型電活性聚合物致動器110b之近側端114b上，以使彼此緊密固接。接著，可將一聚對二甲苯塗層（圖中未顯示）進一步塗覆於已整合之導引線1的外表面上，有助於提升最終濕潤度並保護介電質屏蔽層。該聚對二甲苯塗層亦有助於提高生物相容性，並使整條導引線1具備極佳潤滑度。

【0075】 應注意的是，在不脫離所附申請專利範圍定義之本發明技術特徵下，可對前述之本發明具體實施例進行各種修飾或修改。

【符號說明】

【0076】

- 1 導引線
- 2、3、4 箭號
- 10 長型撓性部件
- 11 可彎折部分
- 12 電導線
- 13、13a 導電橋
- 100、115、120 遠側端
- 101 芯/軸
- 102 襯套

- 103、114、114b 近側端
- 104 實心金屬材料
- 105、113、113a 外表面
- 106 內管腔
- 107 溝槽
- 108 尖錐狀部分
- 110、110a、110b 離子型電活性聚合物致動器
- 111、111a、111b 聚合物電解質構件
- 112 電極
- 112a、112b 頂部電極
- 112a'、112b' 底部電極
- 113b 頂部及底部外表面
- 116 中線

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種醫療裝置，包含：

至少一離子型電活性聚合物致動器，該致動器包含：

至少一聚合物電解質構件，定義至少一外表面；及

複數個電極，設置於該至少一聚合物電解質構件之該表面周圍；

一長型撓性部件，定義一近側端及一遠側端，其與該離子型電活性聚合物致動器之鄰近處固接，且該長型撓性部件進一步包含一芯及一襯套圍繞該芯；
及

複數個電導線，每一電導線具有一近側端及一遠側端，其與該複數個電極至少一者耦接；

其中該至少一聚合物電解質構件響應於該複數個電導線至少一者施加一電位至該複數個電極至少一者，產生不對稱變形；

其中該芯包含一尖錐狀部分，鄰近該長型撓性部件的遠側端；

其中該芯朝該聚合物電解質構件內部延伸。

【第2項】 如申請專利範圍第1項所述之醫療裝置，其中該襯套自該長型撓性部件之遠側端延伸，並圍繞該離子型電活性聚合物致動器之至少一部分。

【第3項】 如申請專利範圍第2項所述之醫療裝置，其中該等電導線固接於該襯套及該芯之間，並固接於該離子型電活性聚合物致動器之至少一部分。

【第4項】 如申請專利範圍第1項所述之醫療裝置，其中該聚合物電解質構件包含一電解質及一聚合物，該聚合物選自由含氟聚合物及本質型導電聚合物組成之群組。

【第5項】 如申請專利範圍第4項所述之醫療裝置，其中該等含氟聚合物係全氟離子鍵聚合體、聚偏二氟乙烯（PVDF）或前述之共聚物。

【第6項】 如申請專利範圍第4項所述之醫療裝置，其中該等本質型導電聚合物包含聚苯胺（PANI）、聚吡咯（Ppy）、聚(3,4-乙烯二氧基噻吩)（PEDOT）、聚苯硫醚（PPS）或前述之組合。

【第7項】 如申請專利範圍第1項所述之醫療裝置，其中該等電極每一者包含鉑、黃金或一碳基材料，或前述其中兩者或兩者以上之組合。

【第8項】 如申請專利範圍第7項所述之醫療裝置，其中該碳基材料包含碳化物衍生碳、奈米碳管、石墨烯、碳化物衍生碳與聚合物電解質構件之一複合物、奈米碳管與聚合物電解質構件之一複合物其中至少一者。

【第9項】 如申請專利範圍第1項所述之醫療裝置，其中該等電極分布於該至少一聚合物電解質構件周圍，呈圓周等角分布。

【第10項】 如申請專利範圍第1項所述之醫療裝置，其中該等電導線之每一者沿該芯之一外表面設置，呈直線排列。

【第11項】 如申請專利範圍第1項所述之醫療裝置，其中該長型撓性部件進一步包含複數個溝槽，以彼此留有間隔的方式分布於圓周上，且沿該芯之一外表面直線延伸，每一溝槽容納該等電導線之其中一者。

【第12項】 如申請專利範圍第1項所述之醫療裝置，其中該複數個電導線之每一者進一步包含一絕緣塗層覆蓋於其上。

【第13項】 如申請專利範圍第1項所述之醫療裝置，進一步包含一導電橋，於該聚合物電解質構件之一表面及該等電極至少其中一者之間延伸。

【第14項】 如申請專利範圍第1項所述之醫療裝置，其中該芯進一步包含一內管腔，該等電導線於該管腔內部延伸。

【第15項】 如申請專利範圍第14項所述之醫療裝置，其中該等電導線進一步穿過該內管腔。

【第16項】 如申請專利範圍第1項所述之醫療裝置，其中該複數個電導線之每一者以螺旋狀或互相纏繞方式圍繞該芯。

【第17項】 如申請專利範圍第1項所述之醫療裝置，其中該芯包含一金屬材料，以作為一額外之電導管，並與該複數個電極之至少一者耦接。

【第18項】 如申請專利範圍第1項所述之醫療裝置，其中該離子型電活性聚合物致動器被配置為提供兩個自身動作的自由度。

【第19項】 如申請專利範圍第18項所述之醫療裝置，其中四個電極於該聚合物電解質構件之該表面上呈圓周等角分布。

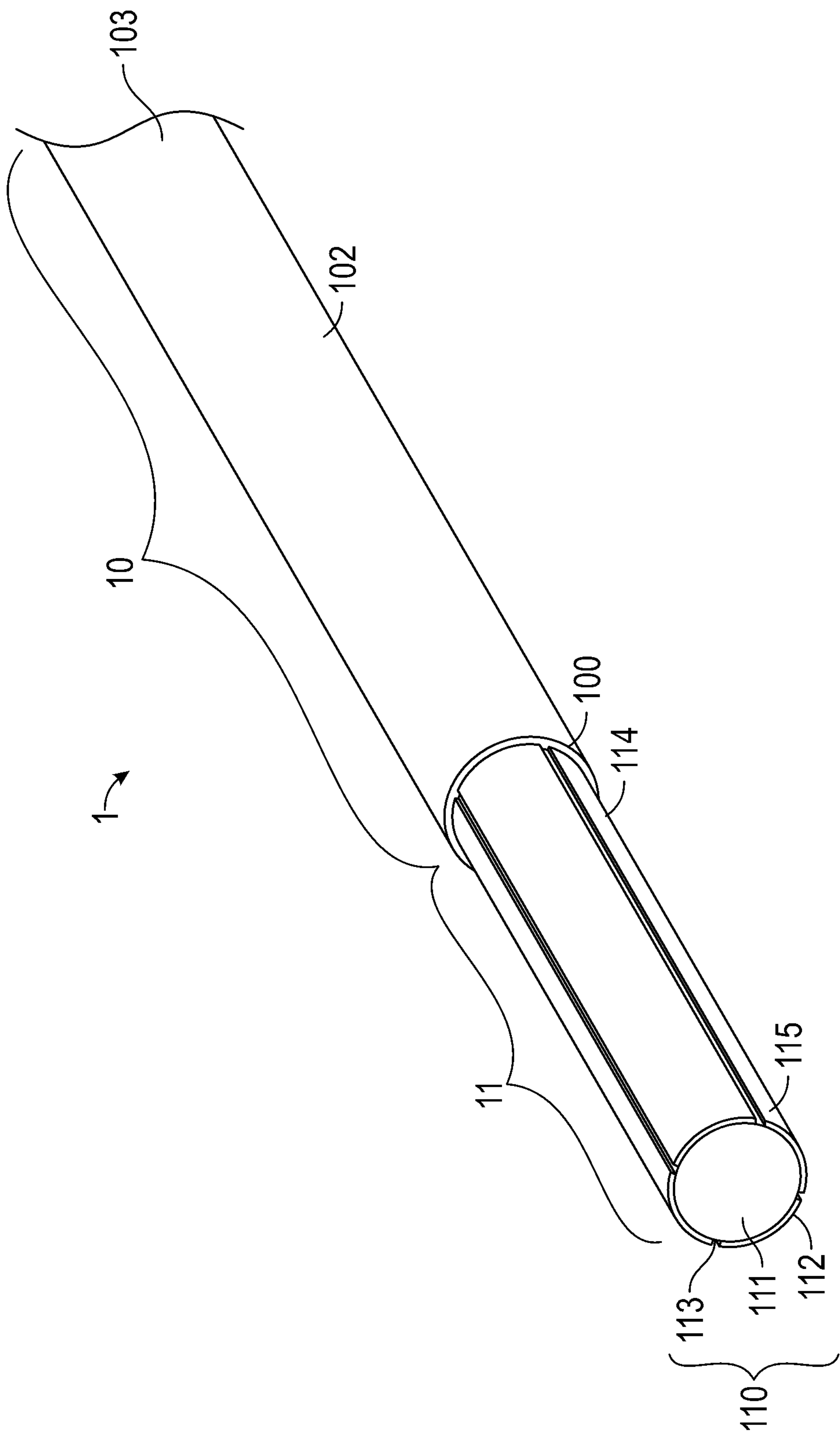
【第20項】 如申請專利範圍第1項所述之醫療裝置，其中該離子型電活性聚合物致動器被配置為提供一個自身動作的自由度。

【第21項】 如申請專利範圍第20項所述之醫療裝置，其中該聚合物電解質構件為柱狀，且兩個電極於該聚合物電解質構件之該表面上呈圓周等角分布。

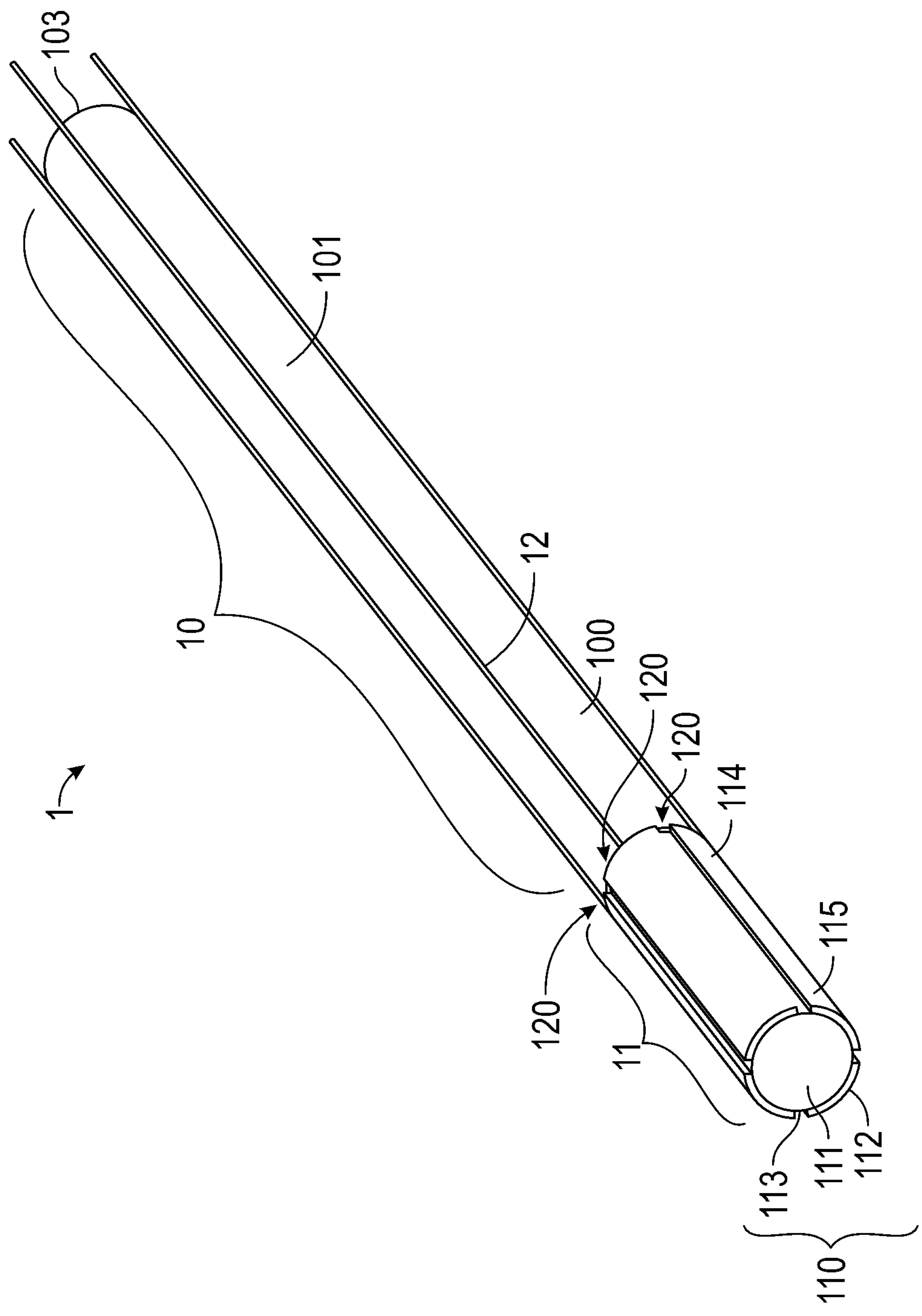
【第22項】 如申請專利範圍第20項所述之醫療裝置，其中該聚合物電解質構件為長方形，並定義一上表面及對應之一下表面，且兩個電極於該聚合物電解質構件之該上表面及該下表面上呈圓周對稱分布，以形成一三明治結構。

【第23項】 如申請專利範圍第22項所述之醫療裝置，其中該芯朝該聚合物電解質構件之一遠側端內部延伸。

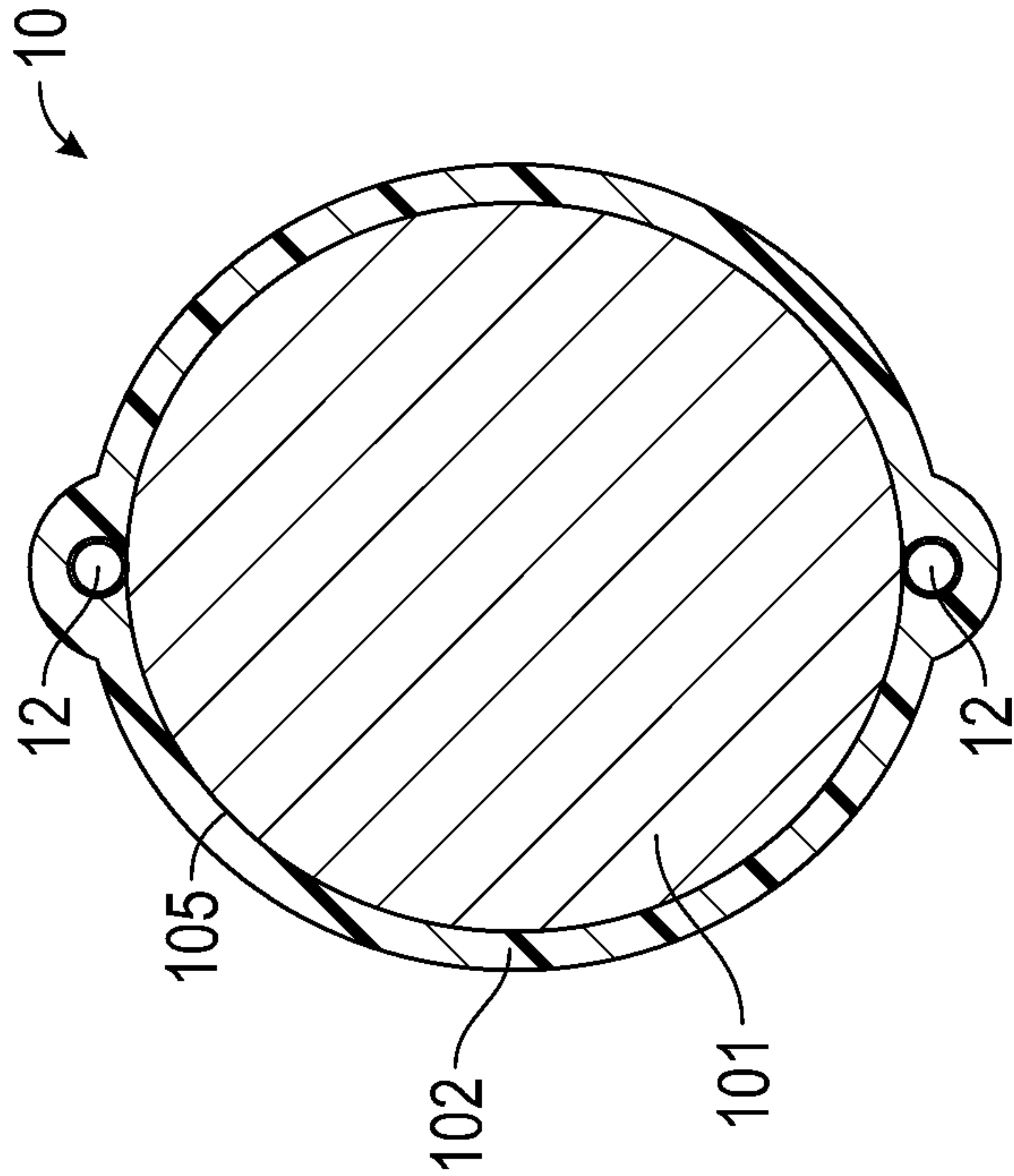
【發明圖式】



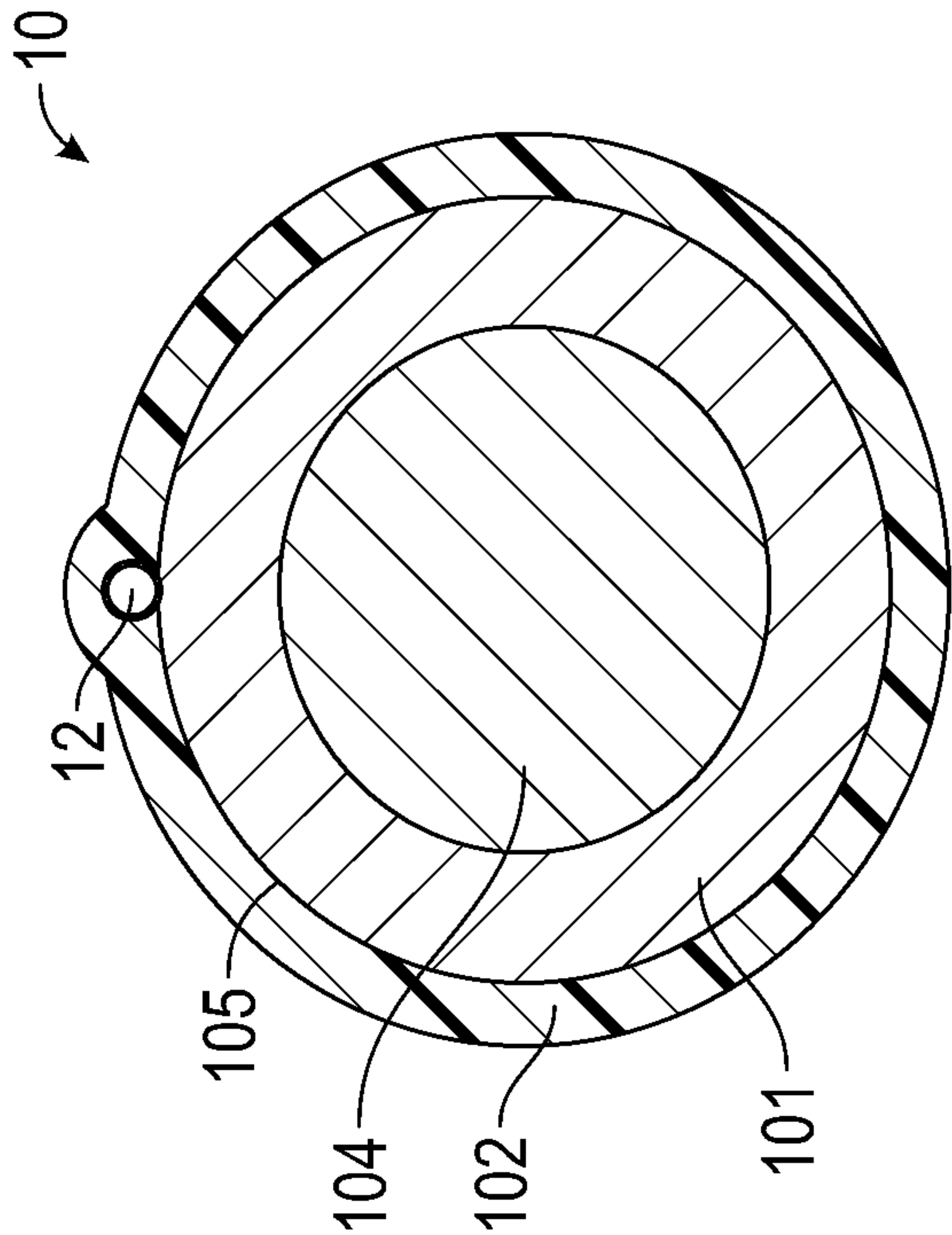
【第1A圖】



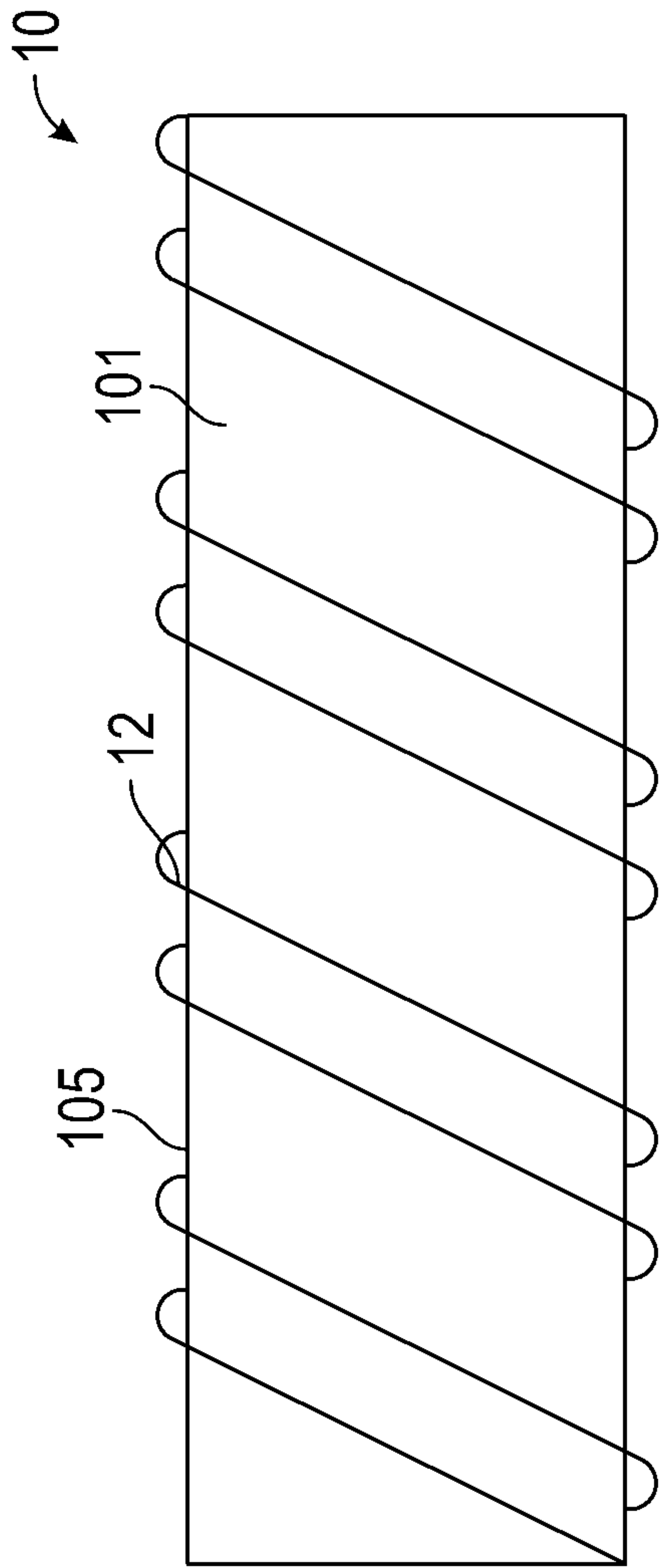
【第1B圖】



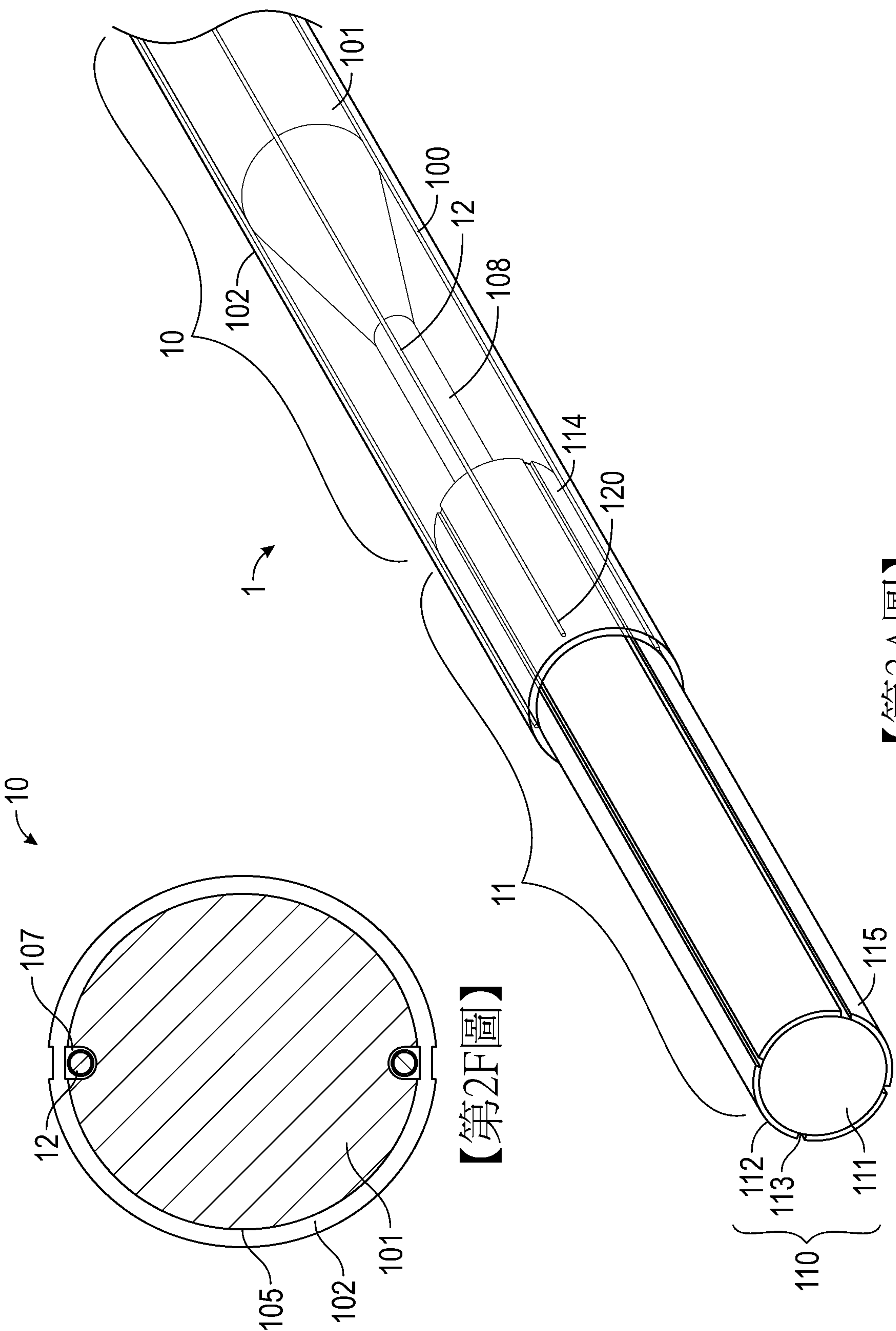
【第2A圖】



【第2B圖】

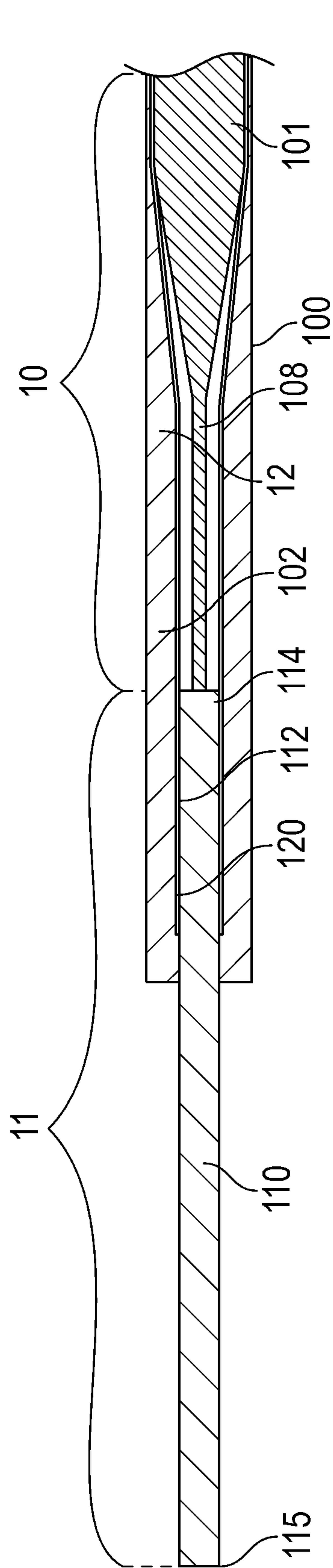


【第2C圖】

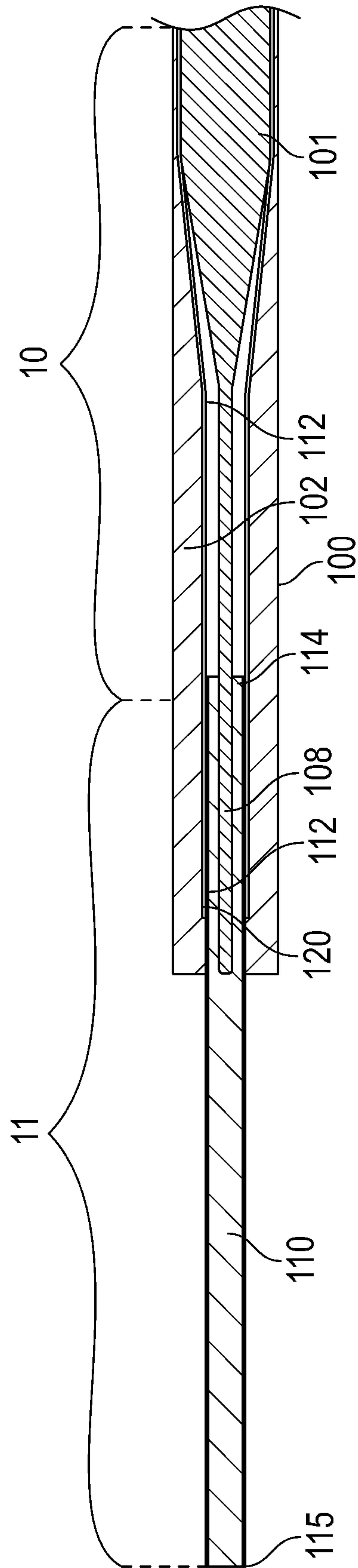


【第2F圖】

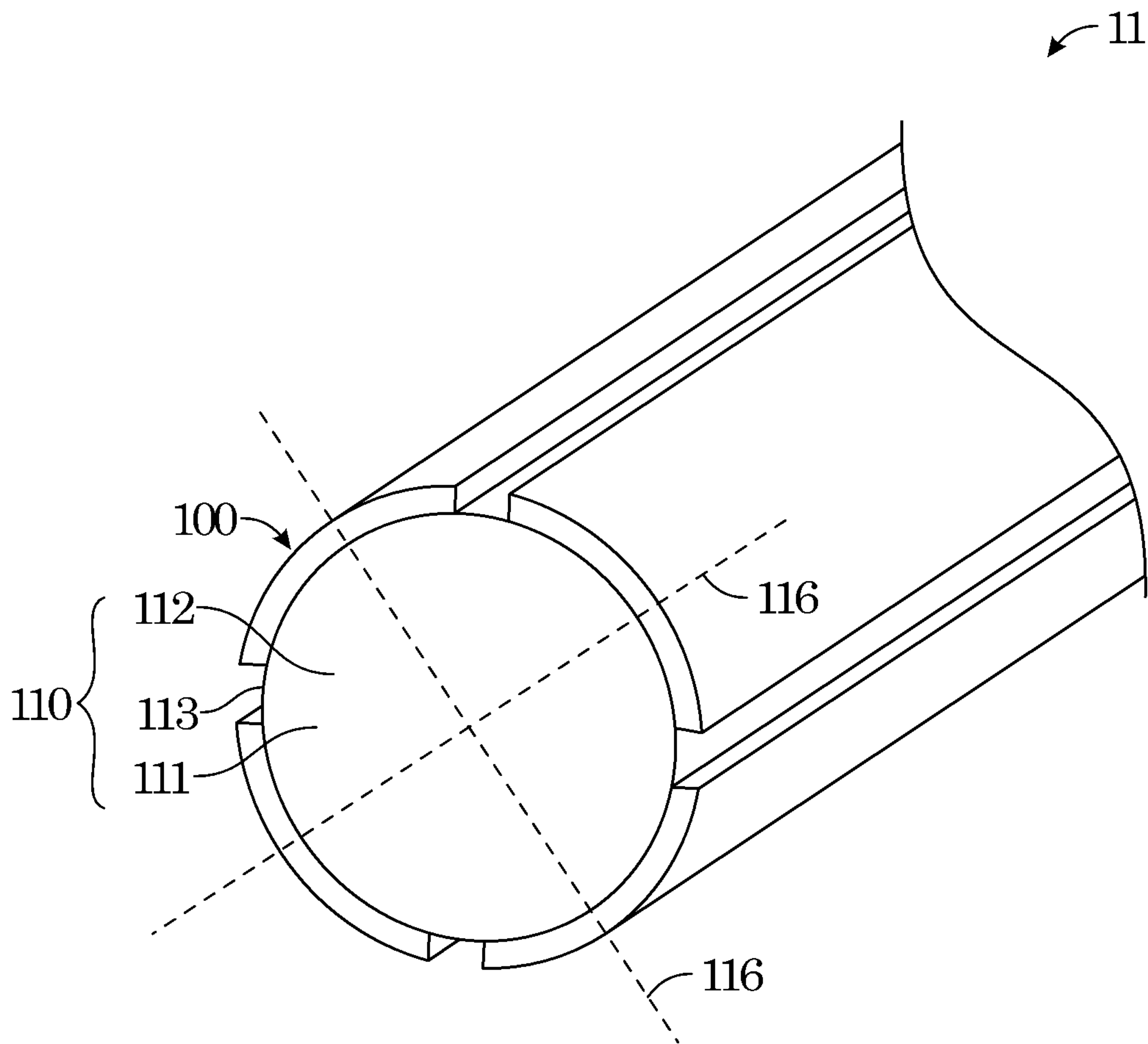
【第3A圖】



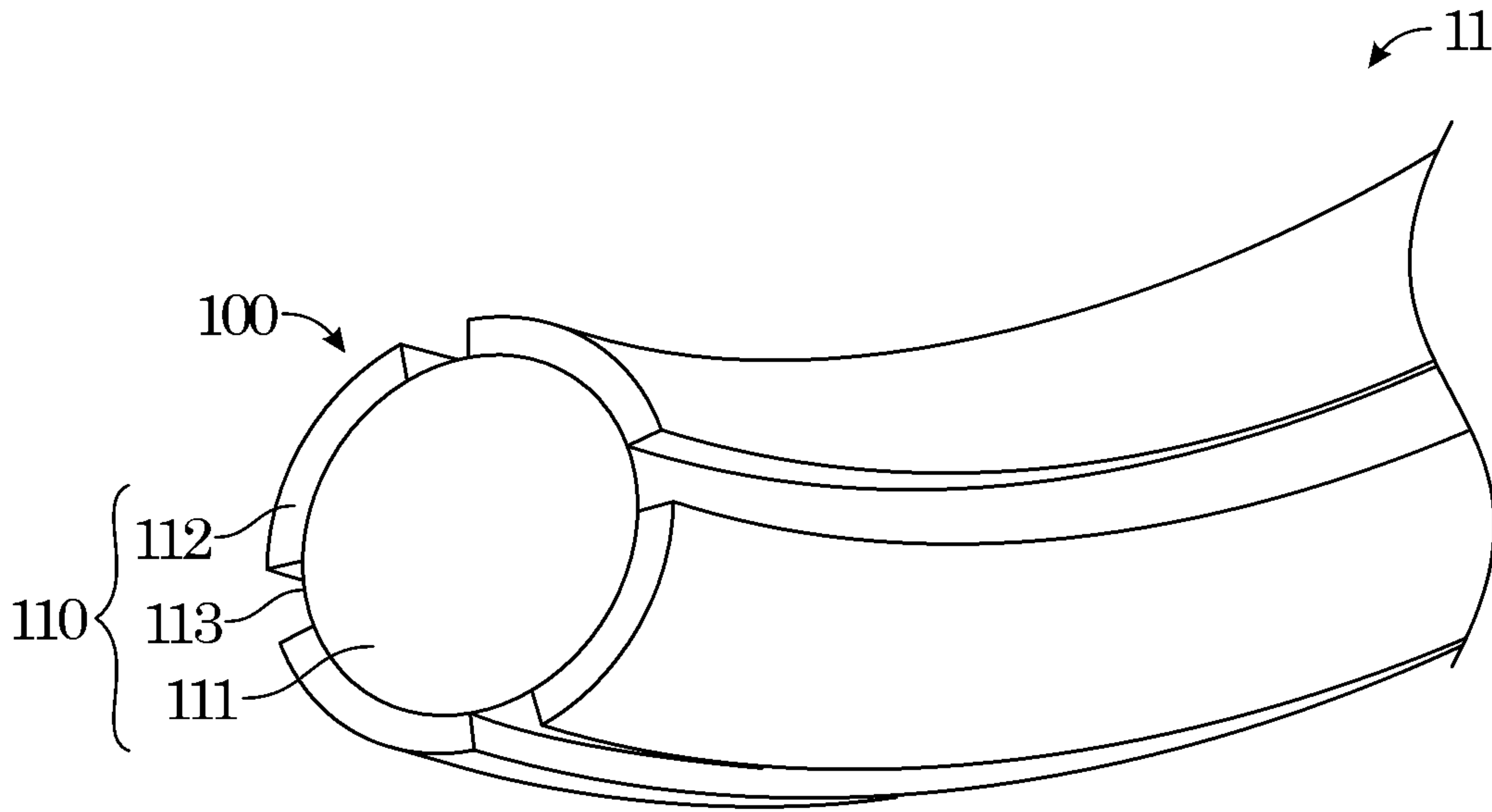
【第3B圖】



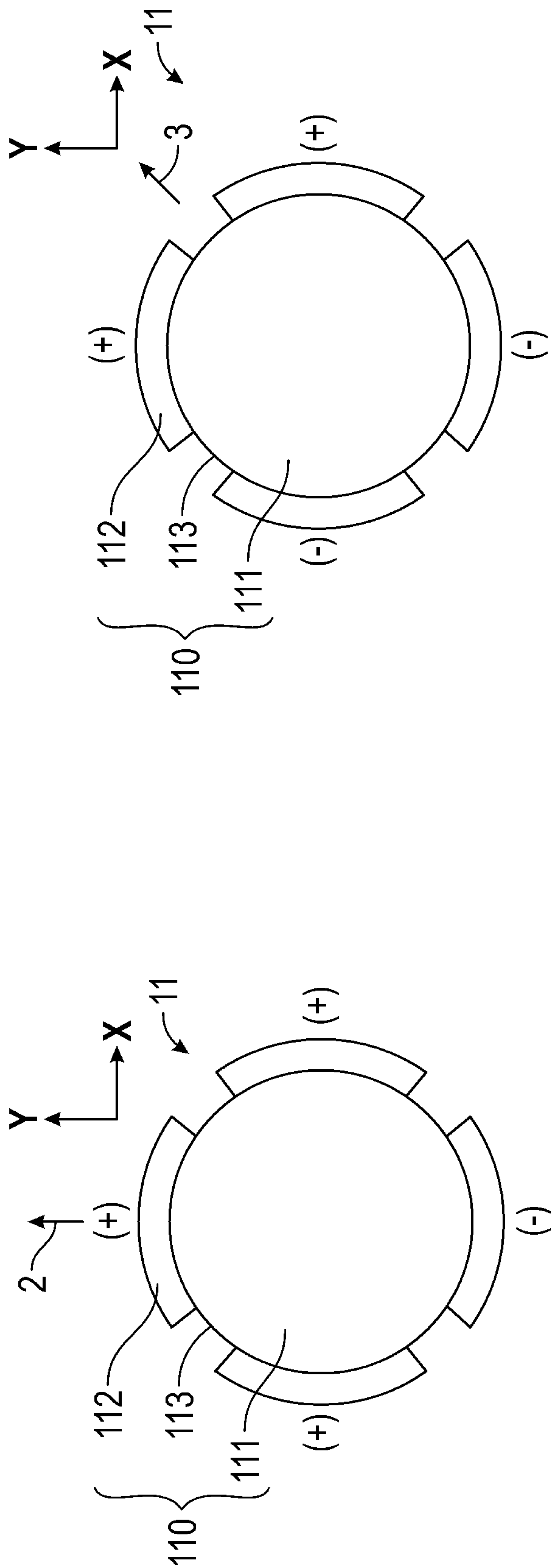
【第3C圖】



【第4A圖】

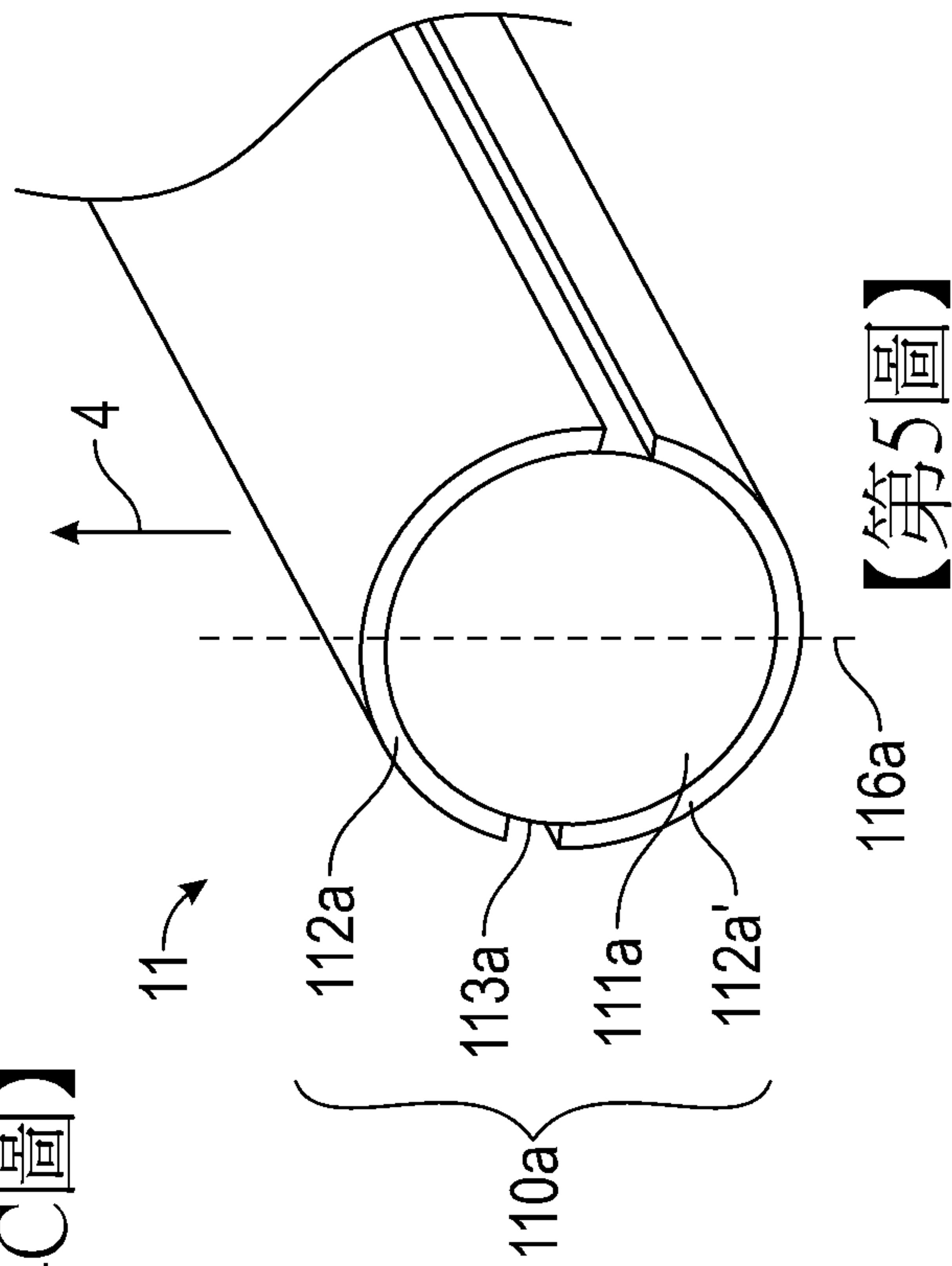


【第4B圖】

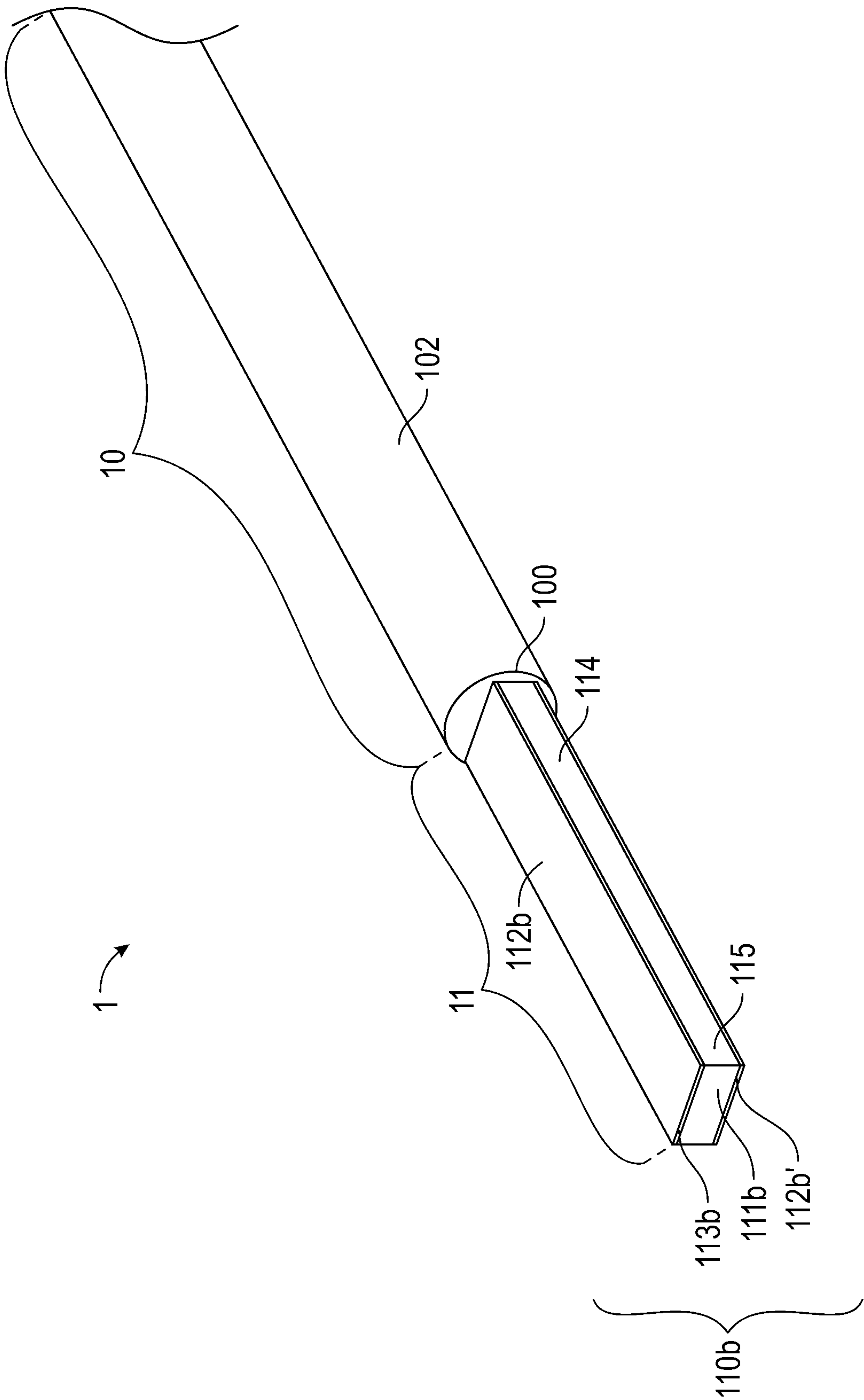


【第4D圖】

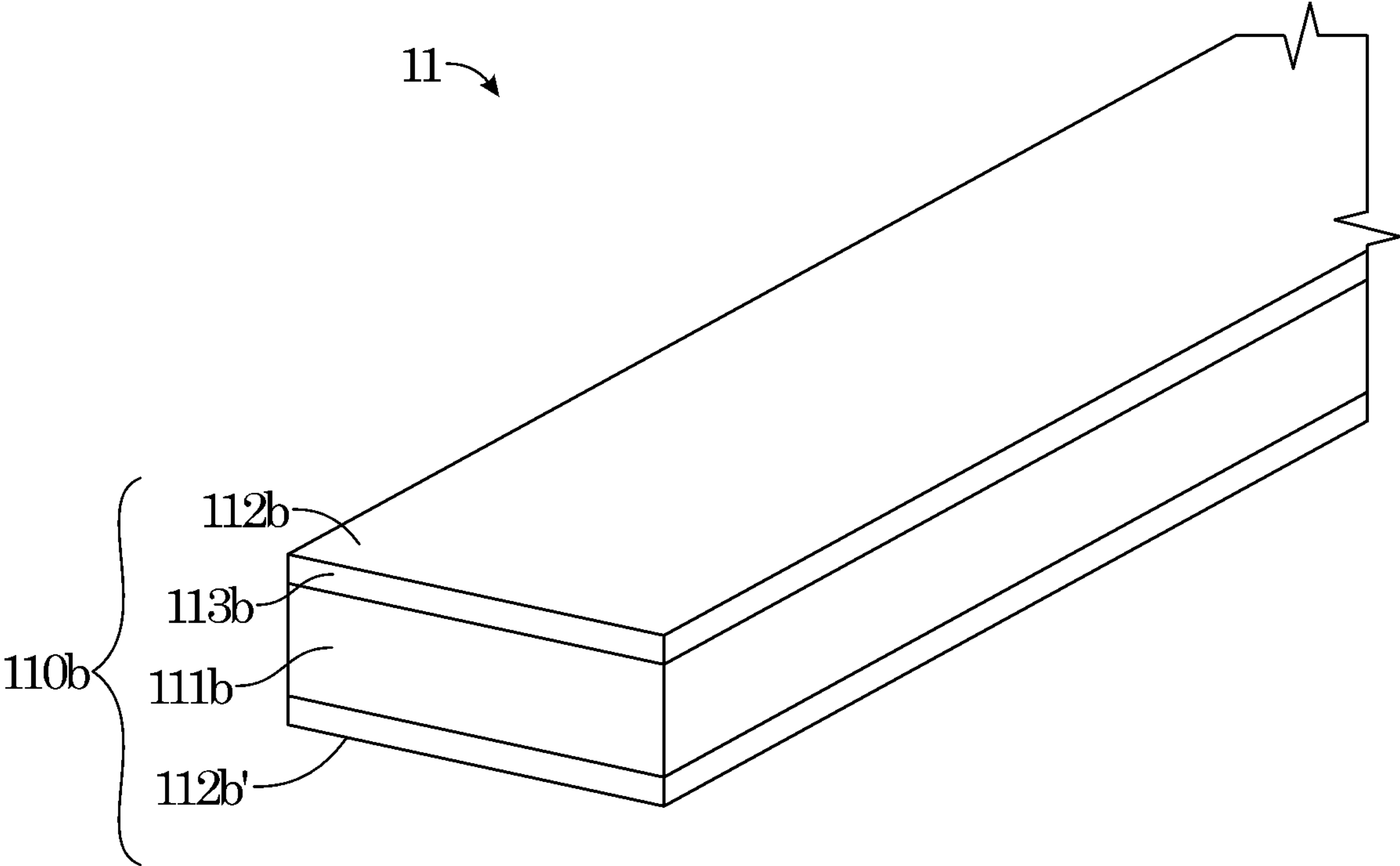
【第4C圖】



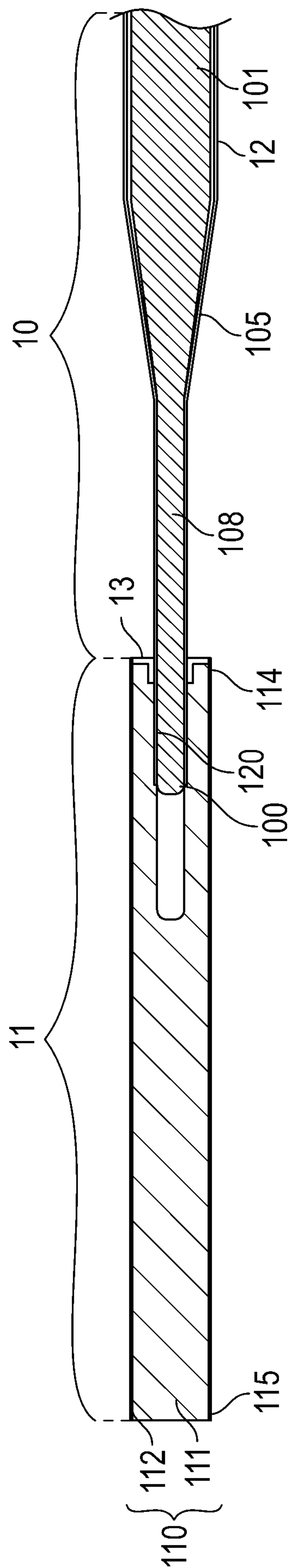
【第5圖】



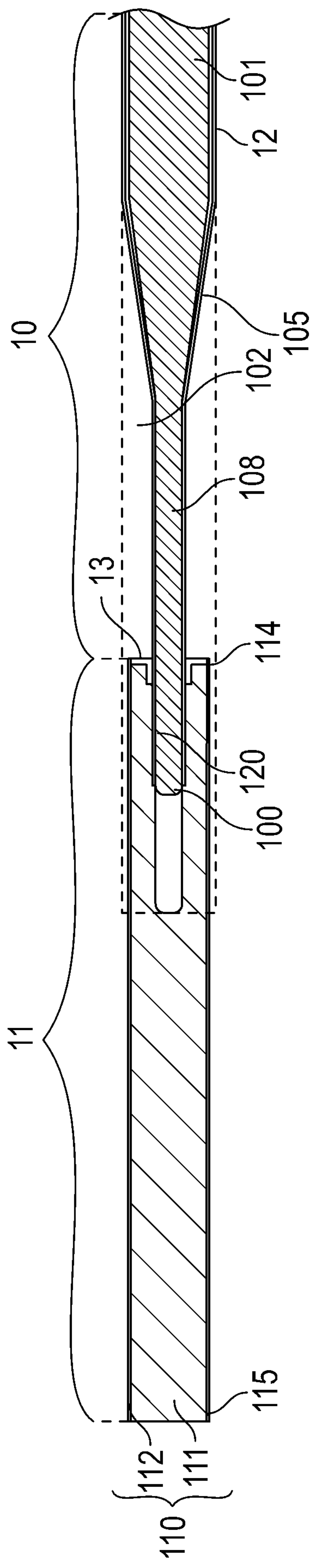
【第6A圖】



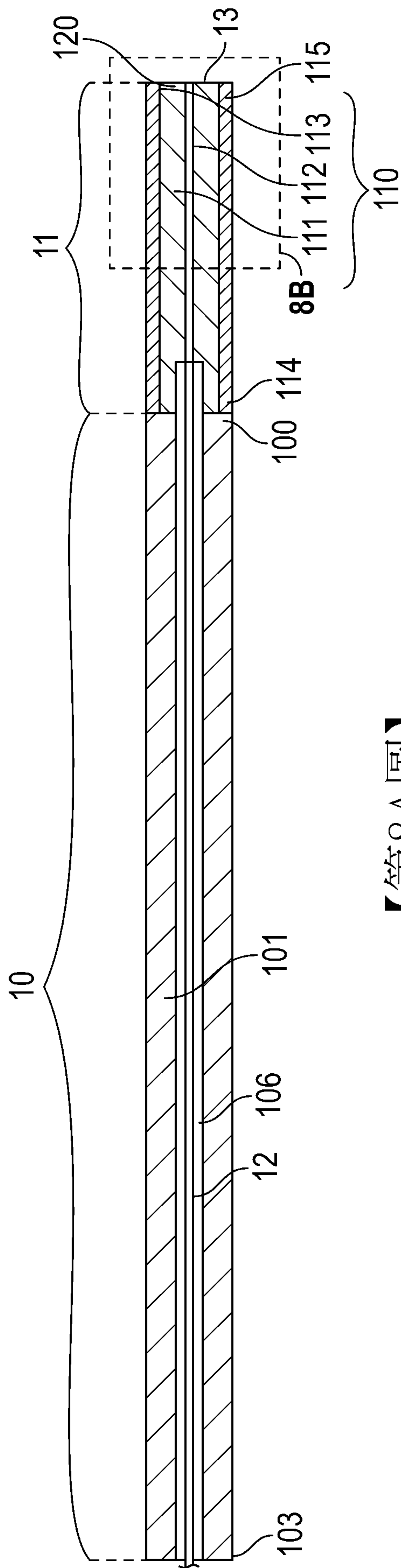
【第6C圖】



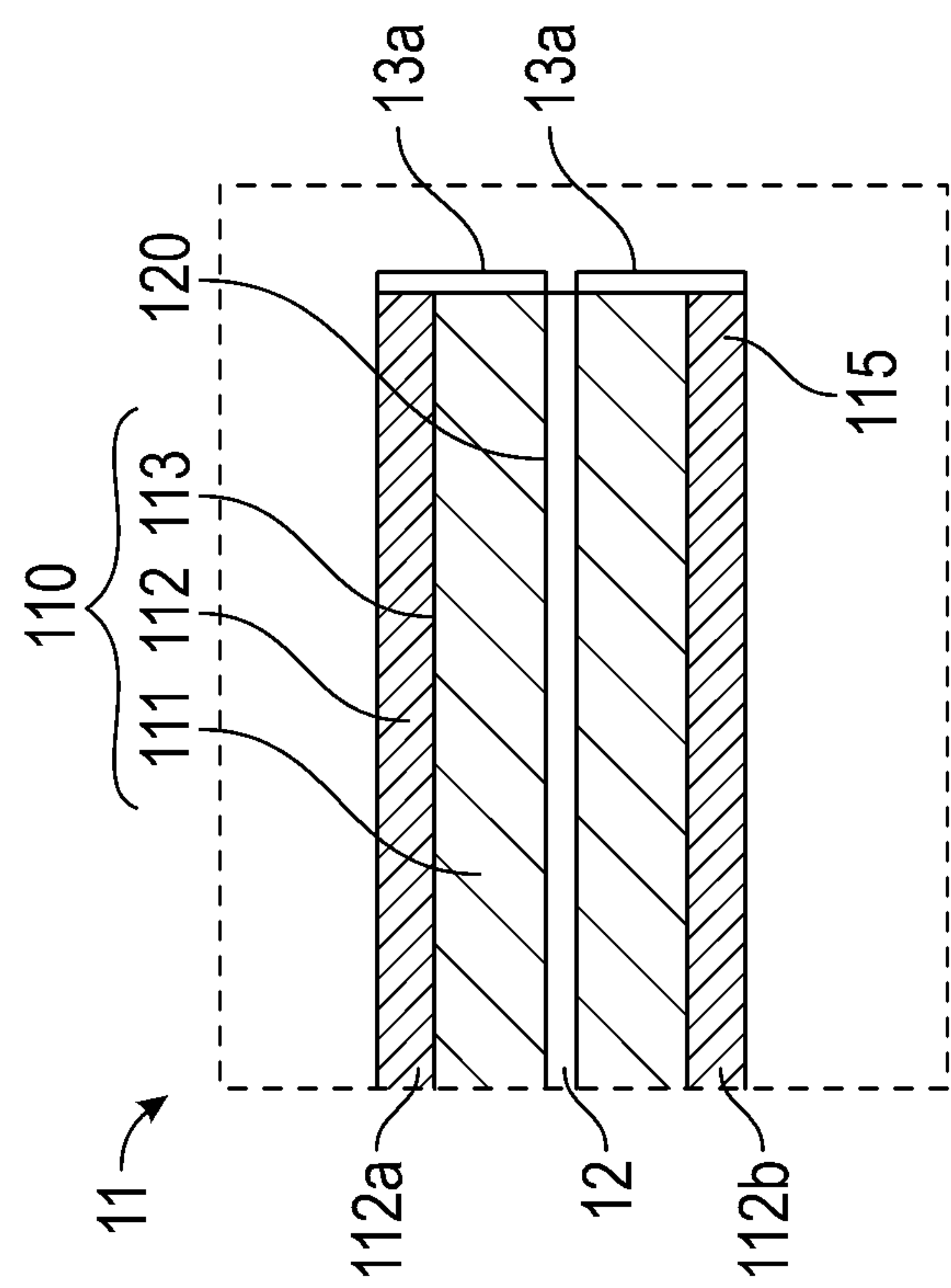
【第7A圖】



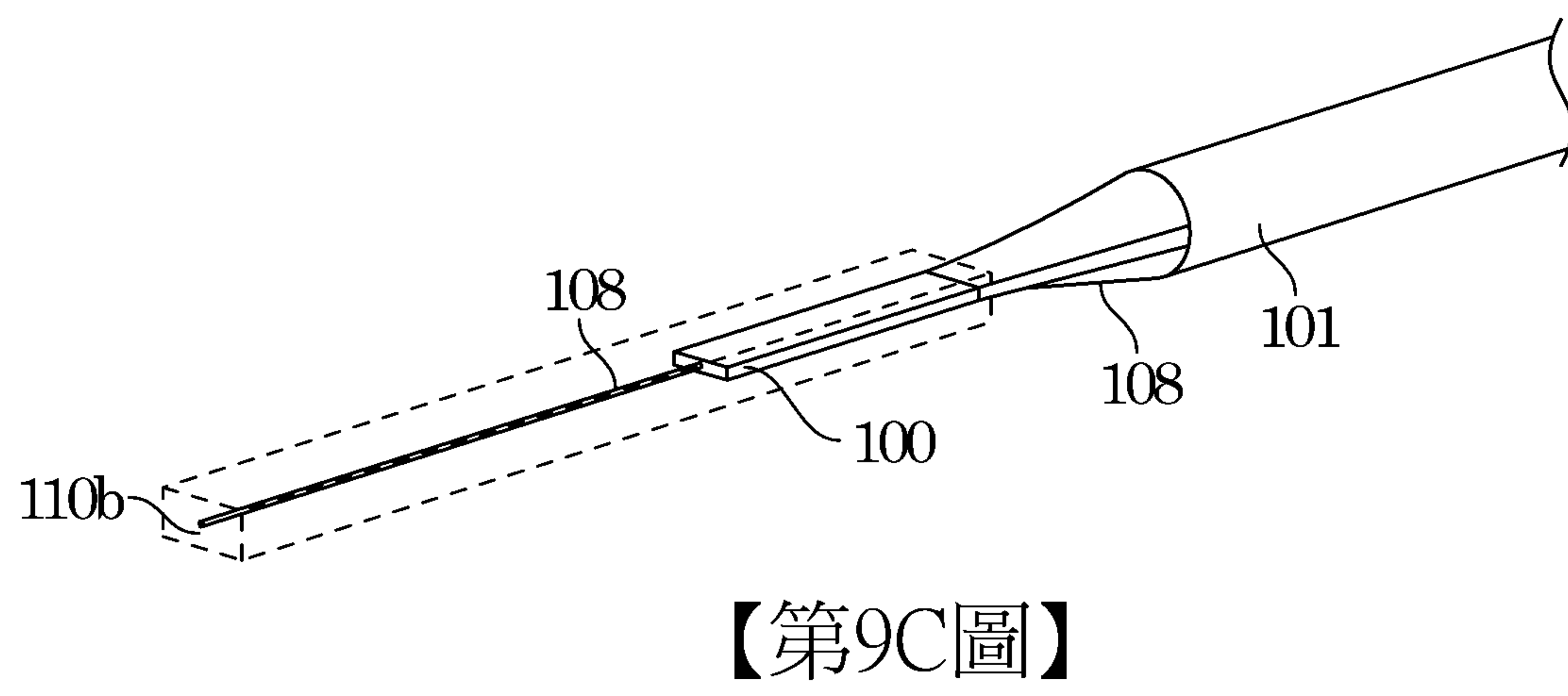
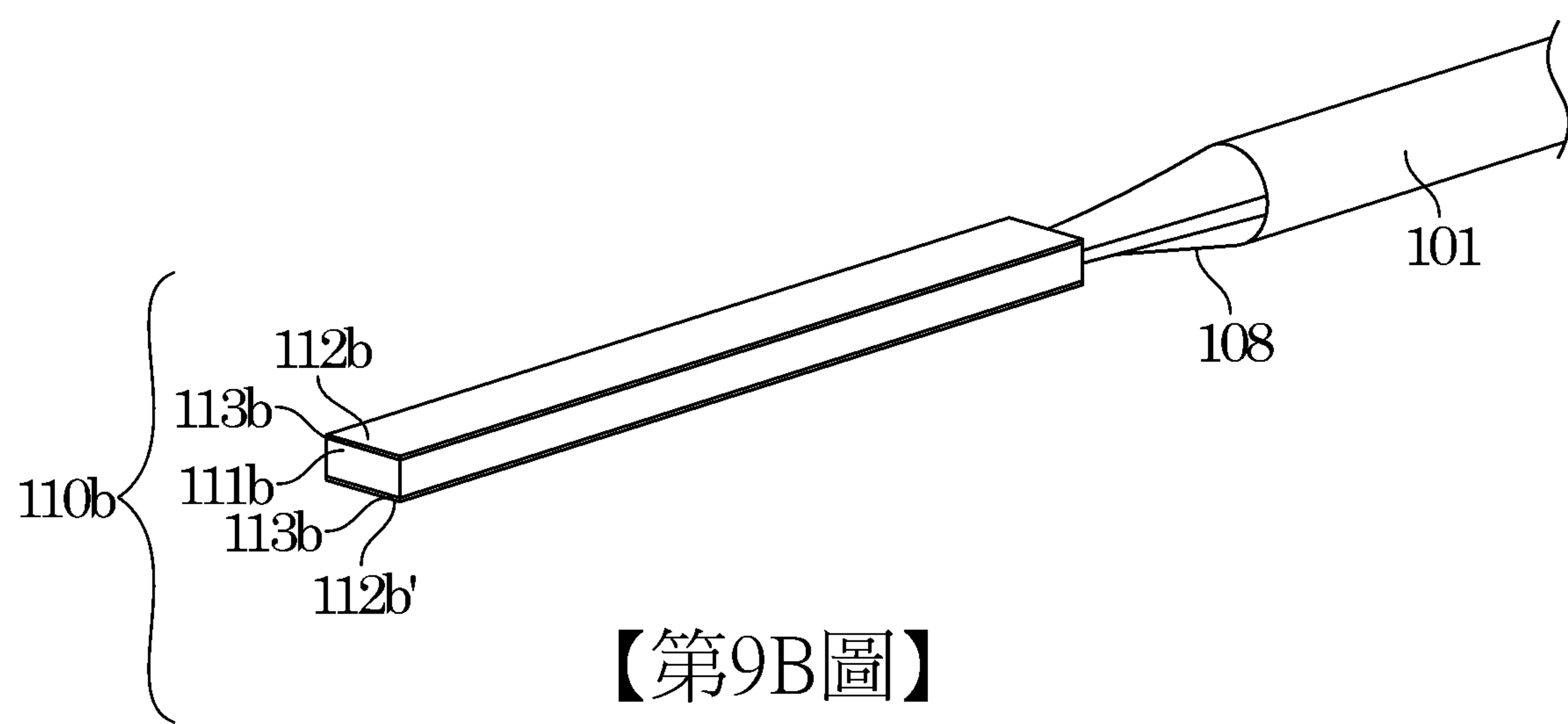
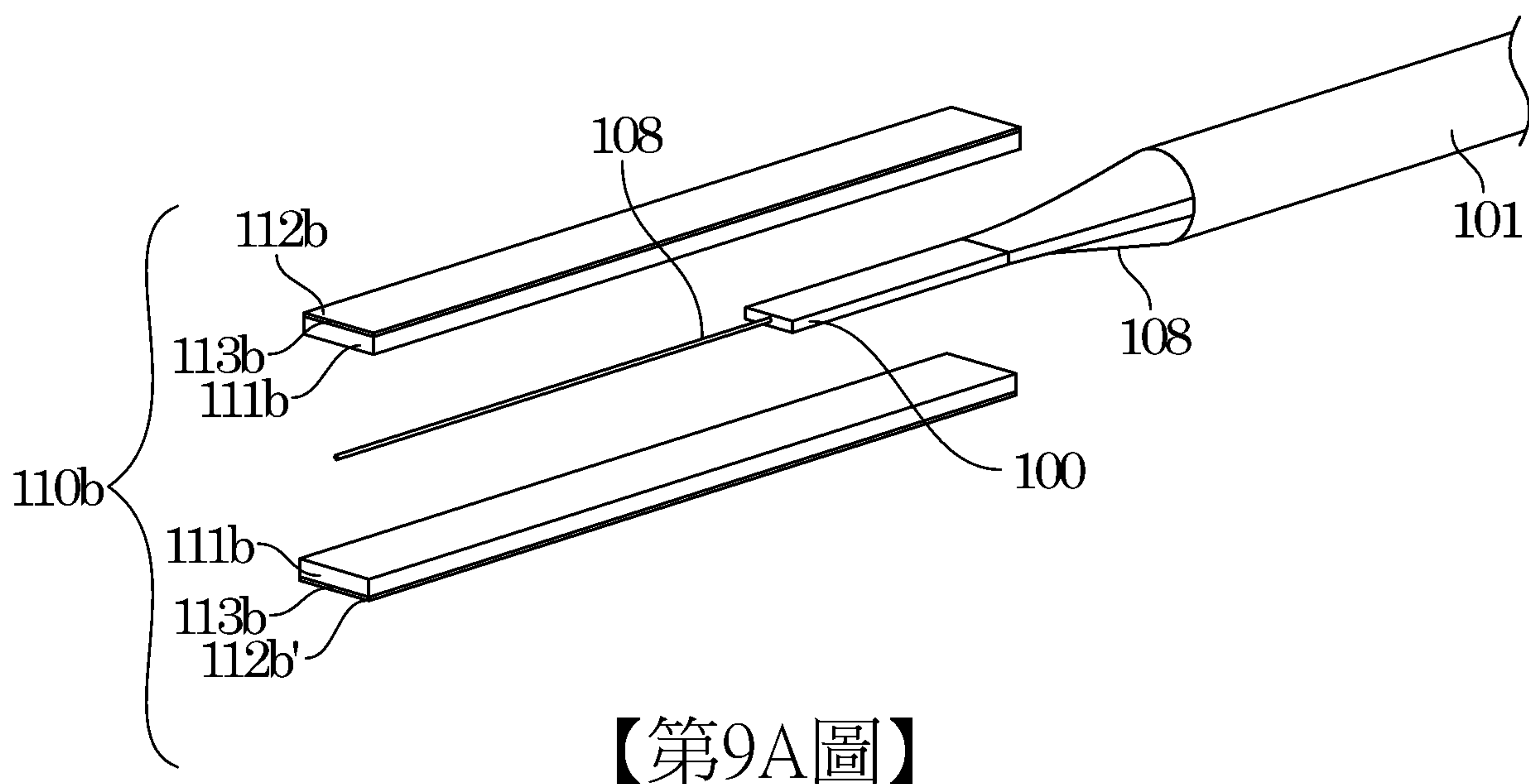
【第7B圖】

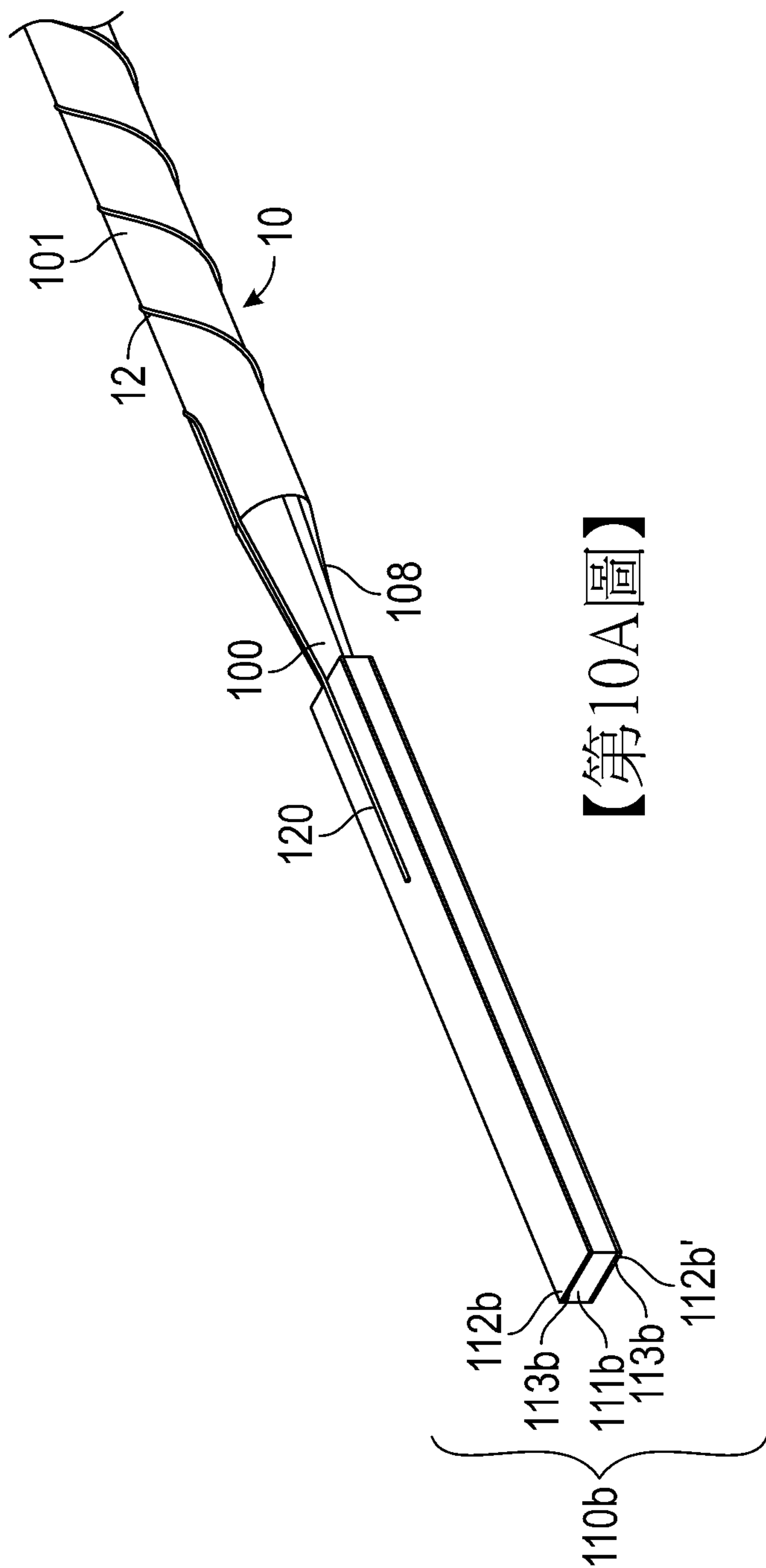


【第8A圖】

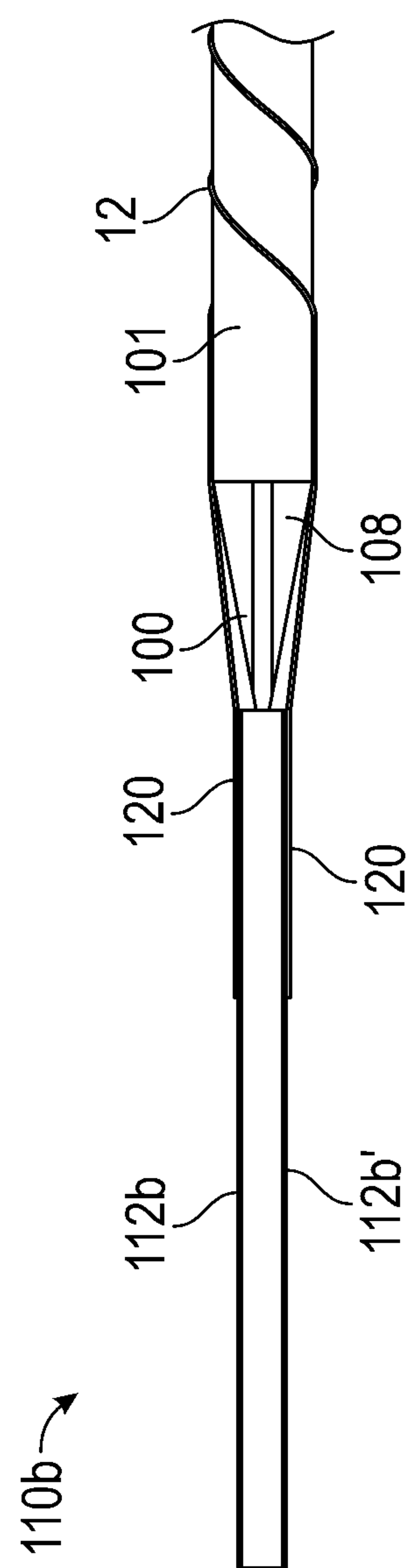


【第8B圖】

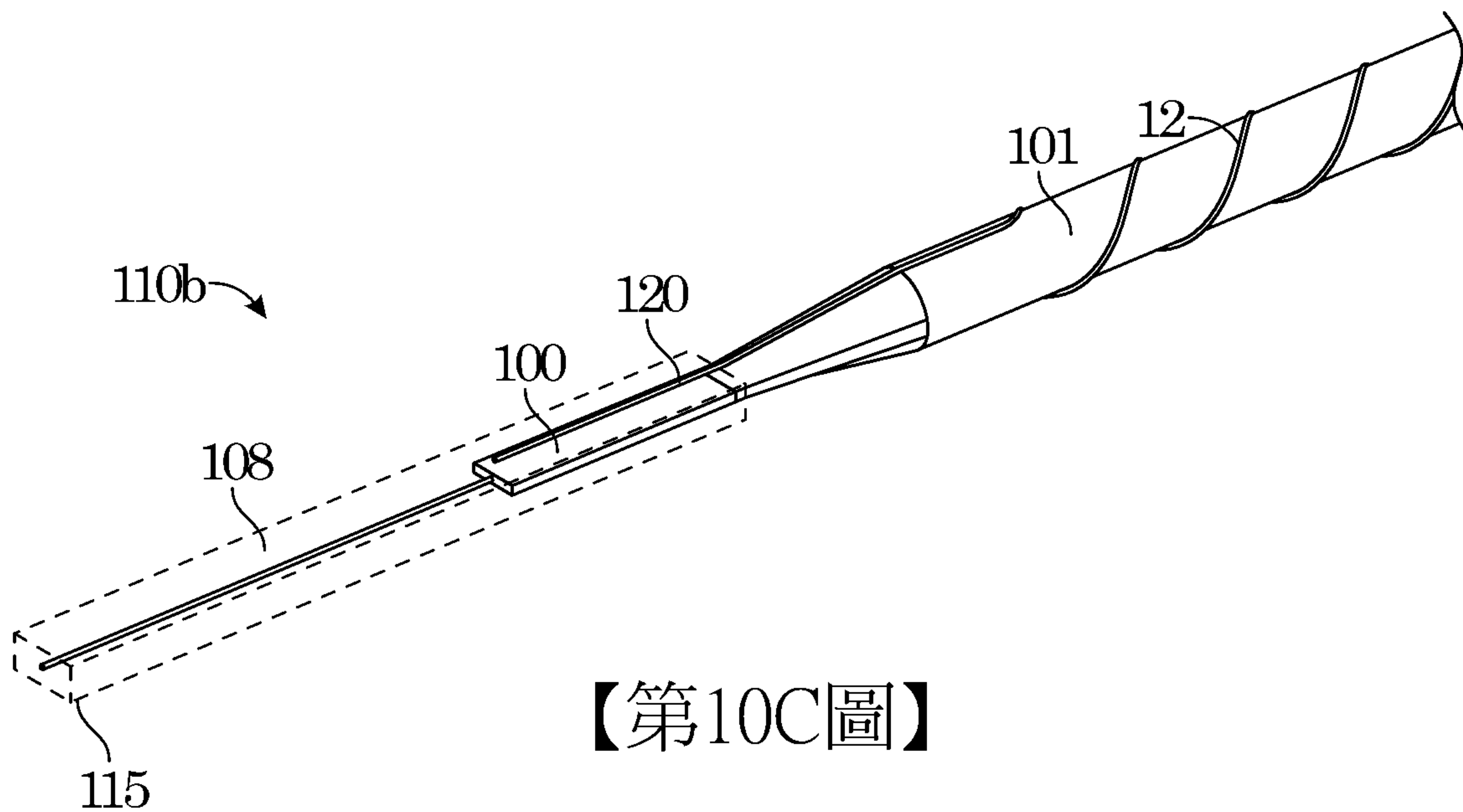




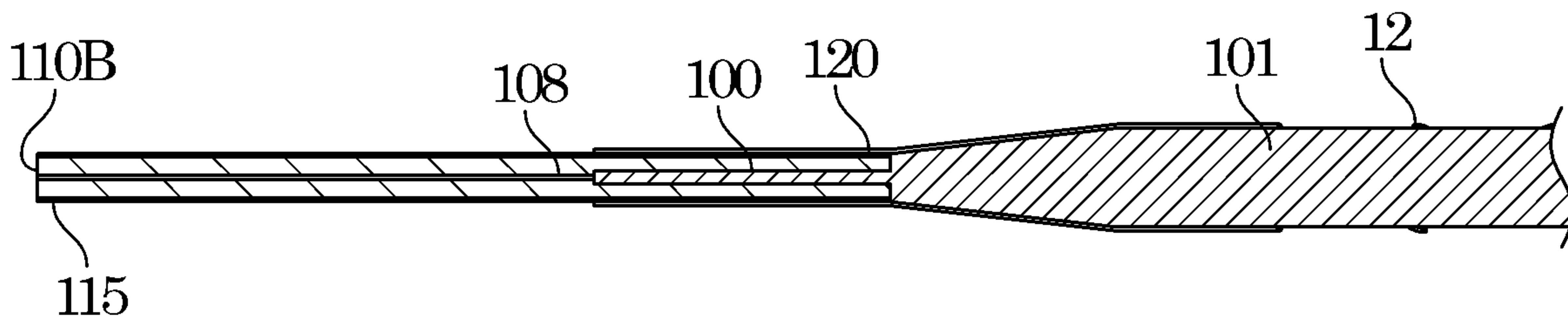
【第10A圖】



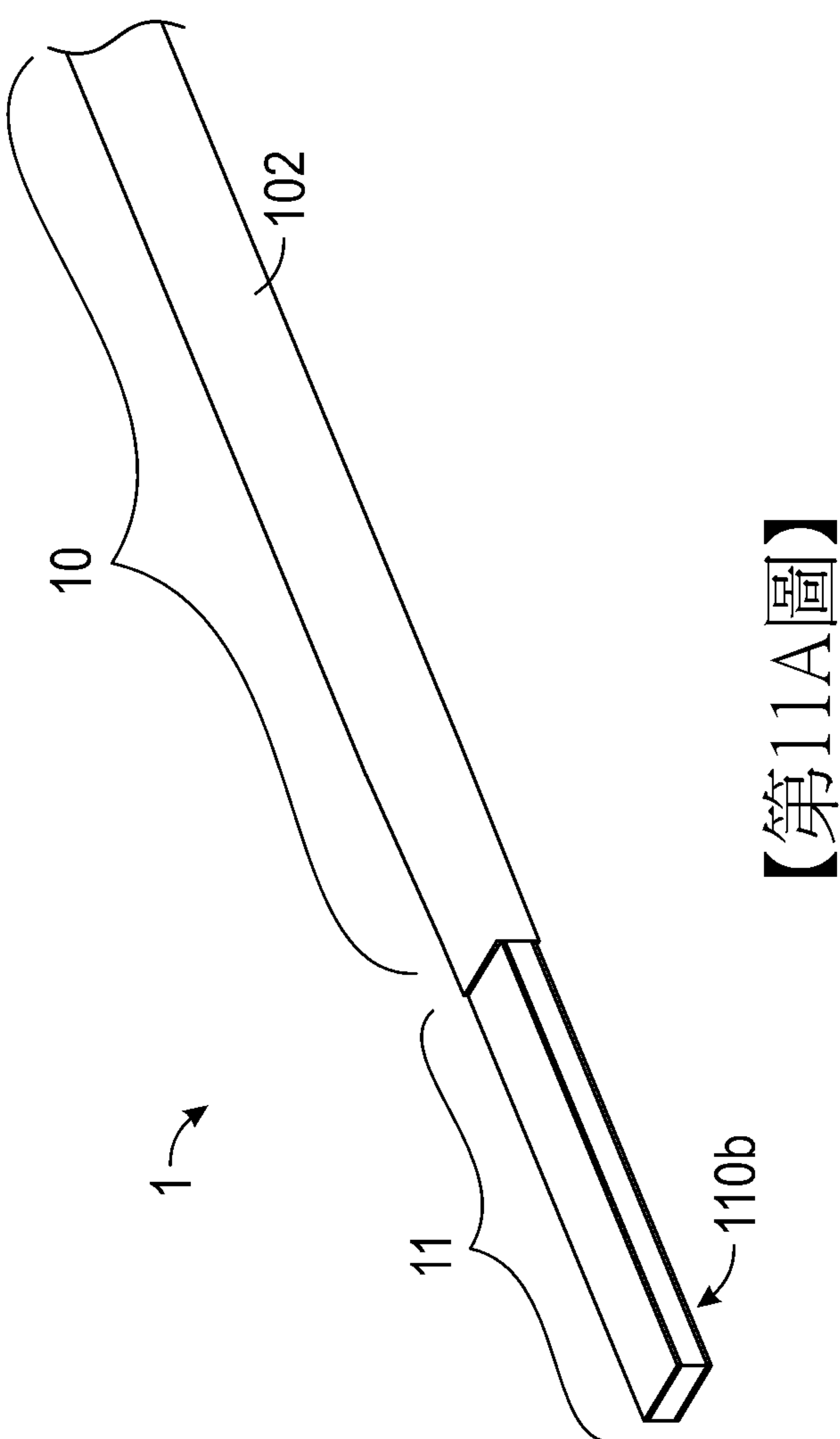
【第10B圖】



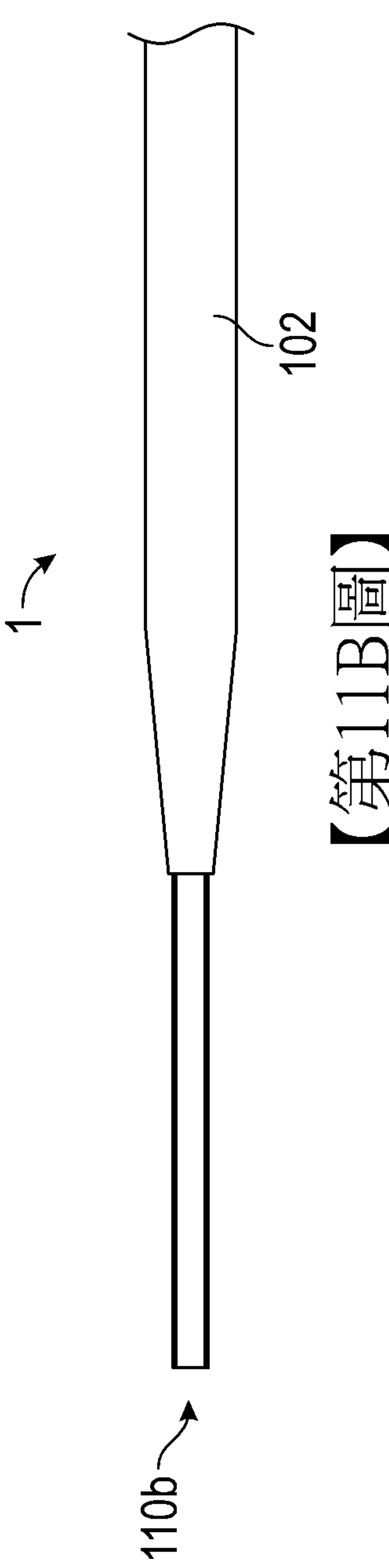
【第10C圖】



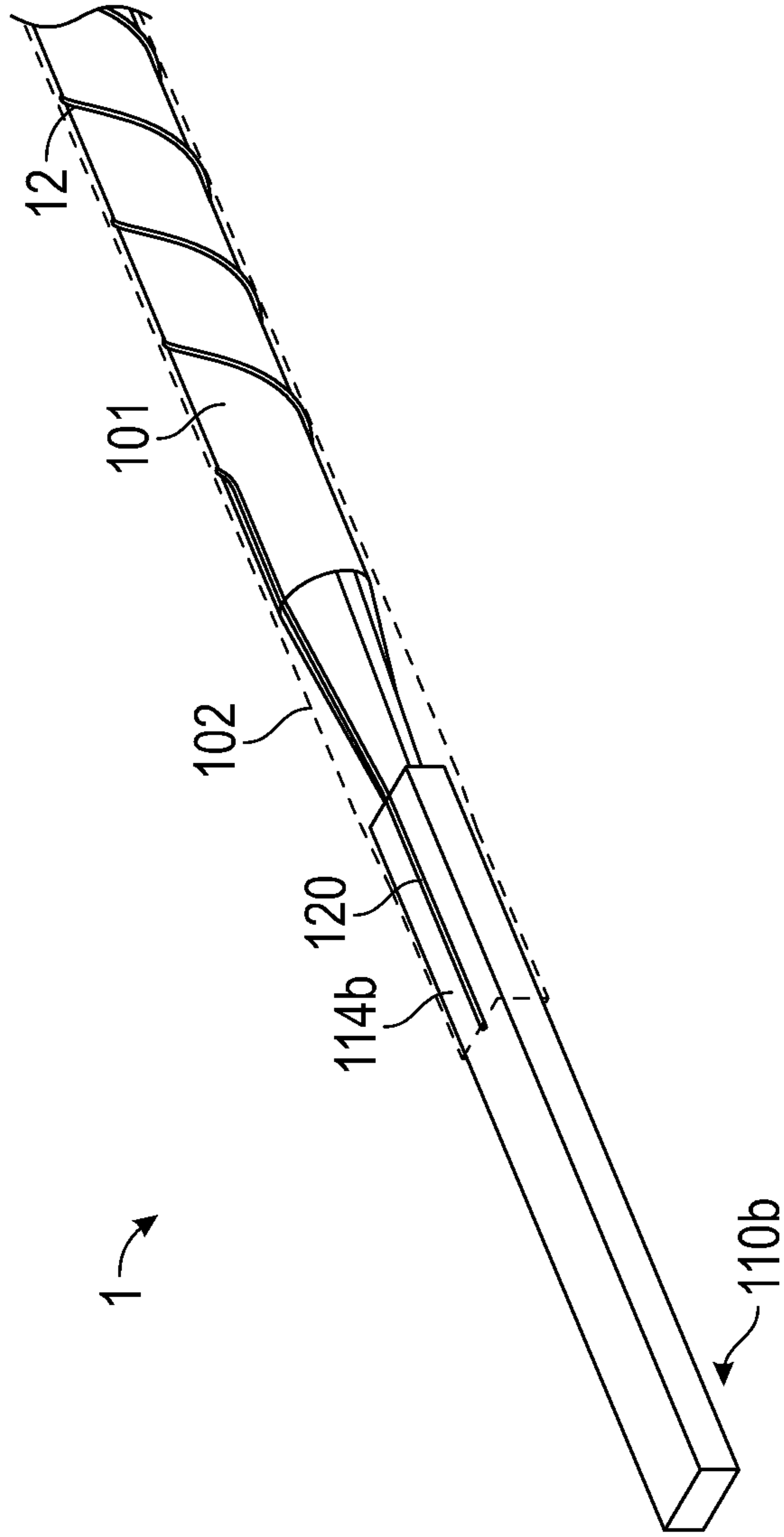
【第10D圖】



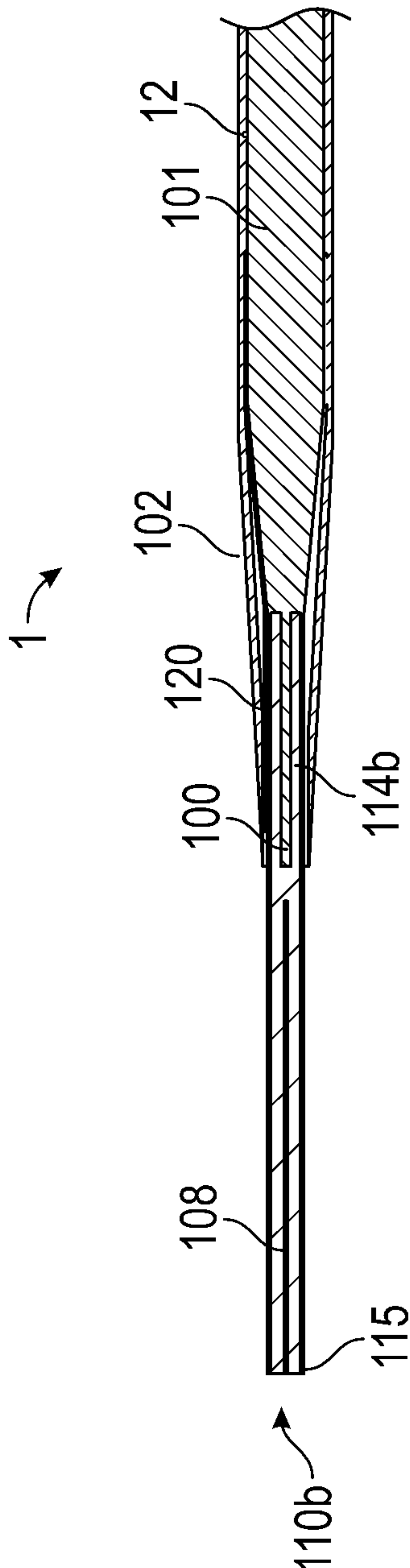
【第11A圖】



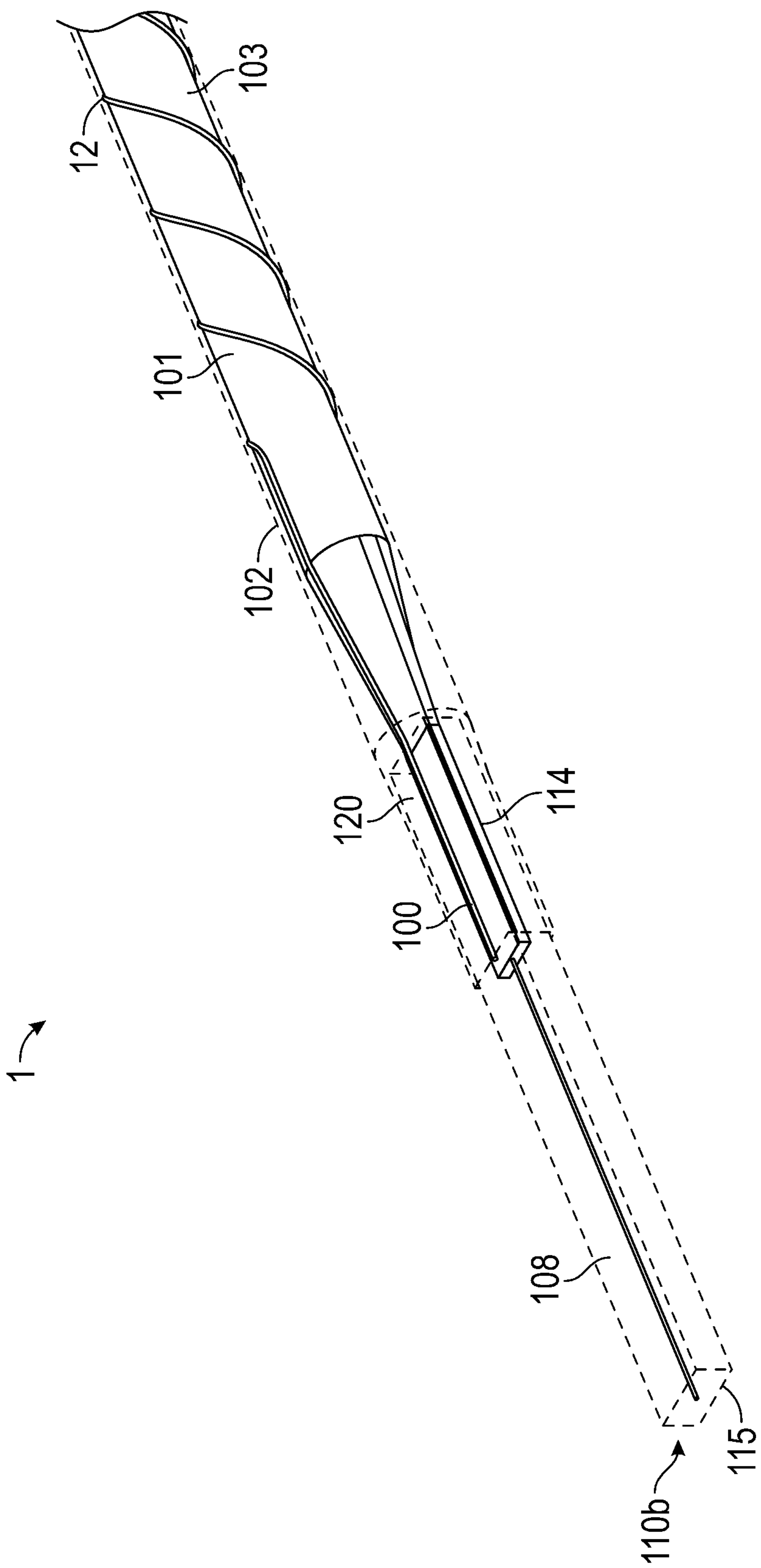
【第11B圖】



【第11C圖】



【第11D圖】



【第11E圖】