



(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 I474358 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 02 月 21 日

(21)申請案號：101138978

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 10 月 22 日

(51)Int. Cl. : **H01J1/304 (2006.01)**

(30)優先權：2012/10/10 中國大陸 201210380870.7

(71)申請人：鴻海精密工業股份有限公司(中華民國) HON HAI PRECISION INDUSTRY CO., LTD. (TW)

新北市土城區自由街2號

(72)發明人：郭彩林 GUO, CAI-LIN (CN)；唐潔 TANG, JIE (CN)；柳鵬 LIU, PENG (CN)；范守善 FAN, SHOU-SHAN (CN)

(56)參考文獻：

TW 200938481A

TW 201131769A

CN 1941249A

CN 101823688A

US 6440763B1

US 2007/0170414A1

審查人員：王志成

申請專利範圍項數：22 項 圖式數：12 共 47 頁

(54)名稱

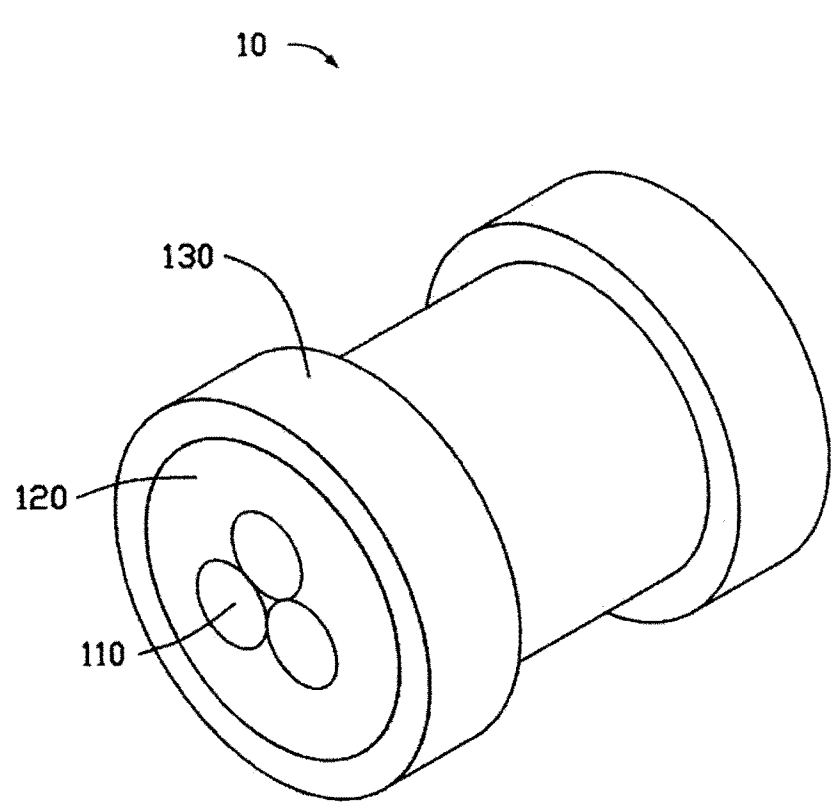
場發射電子源及場發射裝置

FIELD EMITTER AND THE FIELD EMISSION DEVICE

(57)摘要

本發明提供一種場發射電子源，所述場發射電子源包括一奈米碳管線狀結構、一絕緣層以及至少一導電環，其中，所述奈米碳管線狀結構及絕緣層同軸設置，所述絕緣層設置於所述奈米碳管線狀結構的表面，所述導電環設置於所述奈米碳管線狀結構至少一端部的絕緣層外表面，所述導電環靠近奈米碳管線狀結構端部的一環面與該奈米碳管線狀結構的該端部平齊。

The present invention relates to a field emitter. The field emitter includes a carbon nanotube linear structure, an insulating layer, and at least one conductive ring. The insulating layer is coated on the carbon nanotube linear structure. The at least one conductive ring is located on the outer surface on at least one end of the carbon nanotube linear structure. A ring surface of the conductive adjacent to the end of the carbon nanotube linear structure is coplanar with the end of the carbon nanotube linear structure.



- 10 . . . 場發射電子源
- 110 . . . 奈米碳管線狀結構
- 120 . . . 絕緣層
- 130 . . . 導電環

圖 4



日期: 101年10月22日

58 71 31 01 01 71 01 01

※記號部分請勿填寫

※申請案號: 101138978

※IPC分類: H01J 1/304 (2006.01)

※申請日: 101. 10. 22

一、發明名稱:

場發射電子源及場發射裝置

FIELD EMITTER AND THE FIELD EMISSION DEVICE

二、中文發明摘要:

本發明提供一種場發射電子源，所述場發射電子源包括一奈米碳管線狀結構、一絕緣層以及至少一導電環，其中，所述奈米碳管線狀結構及絕緣層同軸設置，所述絕緣層設置於所述奈米碳管線狀結構的表面，所述導電環設置於所述奈米碳管線狀結構至少一端部的絕緣層外表面，所述導電環靠近奈米碳管線狀結構端部的一環面與該奈米碳管線狀結構的該端部平齊。

三、英文發明摘要:

The present invention relates to a field emitter. The field emitter includes a carbon nanotube linear structure, an insulating layer, and at least one conductive ring. The insulating layer is coated on the carbon nanotube linear structure. The at least one conductive ring is located on the outer surface on at least one end of the carbon nanotube linear structure. A ring surface of the conductive adjacent to the end of the carbon nanotube linear structure is coplanar with the end of the carbon nanotube linear structure.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(4)圖

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

場發射電子源：10

奈米碳管線狀結構：110

絕緣層：120

導電環：130

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

[0001] 本發明涉及一種場發射電子源及場發射裝置，尤其涉及一種適用於電子發射密度較大的場發射器件的場發射電子源及場發射裝置。

【先前技術】

[0002] 場發射顯示器為繼陰極射線管(CRT)顯示器和液晶顯示器(LCD)之後，最具發展潛力的下一代新興技術。相對於先前的顯示器，場發射顯示器具有顯示效果好、視角大、功耗小以及體積小等優點，尤其為基於奈米碳管的場發射顯示器，近年來越來越受到重視。

[0003] 場發射電子源為場發射顯示器的重要元件。先前技術中，場發射電子源的製備方法通常包括以下步驟：提供一基底；在所述基底表面設置一絕緣層；蝕刻所述絕緣層，暴露出基底的部份表面；在基底上形成複數陰極電極；將奈米碳管通過化學氣相沈積法設置在複數陰極電極上形成電子發射體，形成複數場發射單元。

[0004] 然而，以上所述場發射電子源及場發射裝置的電子發射體，電子發射體僅與陰極電極點接觸，因此在場發射電子源電子發射功率較大時，奈米碳管在發射電子時容易被強電場拔出，從而限制了該場發射電子源的電子發射能力和壽命，影響了場發射電子源的穩定性。

【發明內容】

[0005] 有鑒於此，提供一種電子發射體能夠有效固定，並適用於電子發射功率較大的場發射電子源及場發射裝置實為

必要。

[0006] 一種場發射電子源，所述場發射電子源包括一奈米碳管線狀結構、一絕緣層以及至少一導電環，其中，所述奈米碳管線狀結構及絕緣層同軸設置，所述絕緣層設置於所述奈米碳管線狀結構的表面，所述導電環設置於所述奈米碳管線狀結構至少一端部的絕緣層外表面，所述導電環靠近奈米碳管線狀結構端部的一環面與該奈米碳管線狀結構的該端部平齊。

[0007] 一種場發射電子源，所述場發射電子源包括一奈米碳管線狀結構、一絕緣層以及至少一導電環，其中，所述奈米碳管線狀結構及絕緣層同軸設置，所述導電環設置於所述奈米碳管線狀結構至少一端部的絕緣層外表面並與所述奈米碳管線狀結構電絕緣，所述對應設置有導電環的奈米碳管線狀結構的端部從所述絕緣層中暴露出來發射電子。

[0008] 一種場發射裝置，包括：一陰極電極；一場發射電子源，該場發射電子源具有相對的兩端，一端與所述陰極電極電連接，另一端沿遠離陰極電極的方向延伸；其中，所述場發射電子源包括一奈米碳管線狀結構以及一絕緣層同軸設置，在所述場發射電子源遠離陰極電極方向延伸的一端，所述場發射電子源進一步包括一導電環與所述奈米碳管線狀結構電絕緣設置，所述導電環作為所述場發射裝置的柵極電極。

[0009] 本發明提供的場發射電子源及場發射裝置，通過在奈米

碳管線狀結構表面塗覆絕緣層，使奈米碳管線狀結構牢固的固定於絕緣層中，利用絕緣層對奈米碳管線狀結構的作用力，因此到場發射電子源電子發射功率較大的情況下，可以承受較大的電場力而不會被拔出，從而使該電子發射體具有更強的電子發射能力和更長的使用壽命。

【實施方式】

- [0010] 以下將結合附圖詳細說明本發明實施例提供的場發射電子源及場發射裝置。下面為了便於理解首先介紹場發射電子源的製備方法。
- [0011] 請參閱圖1，本發明第一實施例提供一種場發射電子源10的製備方法，主要包括以下步驟：
- [0012] 步驟S10，提供一奈米碳管線狀結構110；
- [0013] 步驟S11，在所述奈米碳管線狀結構110的表面包覆一絕緣層120；
- [0014] 步驟S12，在所述絕緣層120表面的間隔設置複數導電環130，形成一場發射電子源預製體112；
- [0015] 步驟S13，切斷所述複數導電環130、絕緣層120及所述奈米碳管線狀結構110，形成複數場發射電子源10。
- [0016] 在步驟S10中，所述奈米碳管線狀結構110為一具有柔韌性和自支撐性的自支撐結構，且可以用於發射電子的線狀電子發射體。所述奈米碳管線狀結構110為含有奈米碳管的線狀結構，包括至少一單根奈米碳管、或至少一奈米碳管線、或至少一複合奈米碳管線或其組合，如奈米

碳管線與奈米碳管並排或扭轉、奈米碳管線與矽奈米線並排或相互扭轉等。所述單根奈米碳管可為單根的單壁奈米碳管或單根的多壁奈米碳管；所述奈米碳管線為由複數奈米碳管平行排列或扭轉排列形成的線狀結構；所述複合奈米碳管線為奈米碳管線與其他有機材料或無機材料複合形成的線狀結構。可以理解，所述奈米碳管線狀結構110還可以包括至少一具有柔韌性和可塑性的支撐線材，該支撐線材與上述奈米碳管、奈米碳管線與複合奈米碳管線平行緊密設置或扭轉設置。所述支撐線材可以為鐵絲、鋁絲、銅絲、金絲、鉬絲或銀絲等金屬微絲，也可以為其他非金屬材料，所述支撐線材提供機械支撐，更好的保證所述奈米碳管線狀結構110的支撐性。所述支撐線材的直徑和長度可根據實際需要而選定。所述支撐線材的直徑為50微米到500微米。所述支撐線材可以進一步提高奈米碳管線狀結構110的自支撐性。所述奈米碳管線狀結構110的直徑範圍為0.5奈米至600微米，優選的，所述奈米碳管線狀結構110僅由奈米碳管組成。所述奈米碳管線狀結構110的直徑範圍可為0.01微米至10微米。

[0017] 優選地，所述奈米碳管線狀結構110由奈米碳管線組成。所述奈米碳管線為一自支撐結構。所謂“自支撐結構”即該奈米碳管線無需通過一支撐體支撐，也能保持自身特定的形狀。所述奈米碳管線狀結構110包括至少一個奈米碳管線。當奈米碳管線狀結構110包括複數奈米碳管線時，複數奈米碳管線可平行排列組成束狀結構或複數奈

米碳管線相互扭轉組成絞線結構。由奈米碳管線組成的所述奈米碳管線狀結構110的直徑為0.03微米到5微米。本實施例中，所述奈米碳管線狀結構110由3根奈米碳管線平行排列組成，形成的所述奈米碳管線狀結構110的直徑為0.05微米。

[0018] 請參閱圖2及圖3，所述奈米碳管線可以為非扭轉的奈米碳管線或扭轉的奈米碳管線。該非扭轉的奈米碳管線包括複數沿奈米碳管線軸向延伸的奈米碳管，即奈米碳管的軸向與奈米碳管線的軸向基本平行。該扭轉的奈米碳管線包括複數繞奈米碳管線軸向螺旋排列的奈米碳管，即奈米碳管的軸向沿奈米碳管線的軸向螺旋延伸。所述奈米碳管線中每一奈米碳管與在延伸方向上相鄰的奈米碳管通過凡得瓦力首尾相連。所述奈米碳管線長度不限，直徑為0.5奈米~100微米。該奈米碳管線中的奈米碳管為單壁、雙壁或多壁奈米碳管。該奈米碳管的直徑小於5奈米，長度範圍為10微米~100微米。

[0019] 所述奈米碳管線的製備方法主要包括以下步驟：

[0020] 步驟S101：提供一奈米碳管陣列，優選地，該奈米碳管陣列為超順排奈米碳管陣列。

[0021] 該奈米碳管陣列為單壁奈米碳管陣列，雙壁奈米碳管陣列，及多壁奈米碳管陣列中的一種或複數種。本實施例中，該超順排奈米碳管陣列的製備方法採用化學氣相沈積法，其具體步驟包括：(a) 提供一平整基底，該基底可選用P型或N型矽基底，或選用形成有氧化層的矽基底

，本實施例優選為採用4英寸的矽基底；(b)在基底表面均勻形成一催化劑層，該催化劑層材料可選用鐵(Fe)、鈷(Co)、鎳(Ni)或其任意組合的合金之一；(c)將上述形成有催化劑層的基底在700~900°C的空氣中退火約30分鐘~90分鐘；(d)將處理過的基底置於反應爐中，在保護氣體環境下加熱到500~740°C，然後通入碳源氣體反應約5~30分鐘，生長得到超順排奈米碳管陣列，其高度為200~400微米。該超順排奈米碳管陣列為複數彼此平行且垂直於基底生長的奈米碳管形成的純奈米碳管陣列。通過上述控制生長條件，該超順排奈米碳管陣列中基本不含有雜質，如無定型碳或殘留的催化劑金屬顆粒等。該超順排奈米碳管陣列中的奈米碳管彼此通過凡得瓦力緊密接觸形成陣列。該超順排奈米碳管陣列的面積與上述基底面積基本相同。

[0022] 本實施例中碳源氣可選用乙炔、乙烯、甲烷等化學性質較活潑的碳氫化合物，保護氣體為氬氣或惰性氣體。本實施例優選的碳源氣為乙炔，優選的保護氣體為氬氣。

[0023] 步驟S102：採用一拉伸工具從所述奈米碳管陣列中拉取獲得一有序奈米碳管結構。

[0024] 所述有序奈米碳管結構的製備方法包括以下步驟：(a)從上述奈米碳管陣列中選定一定寬度的複數奈米碳管束片段，本實施例優選為採用具有一定寬度的膠帶或一針尖接觸奈米碳管陣列以選定一定寬度的複數奈米碳管束片段；(b)以一定速度沿基本垂直於奈米碳管陣列生長的方向拉伸該複數奈米碳管束片段，以形成一連續的有

序奈米碳管結構。

[0025] 在上述拉伸過程中，該複數奈米碳管束片段在拉力作用下沿拉伸方向逐漸脫離基底的同時，由於凡得瓦力作用，該選定的複數奈米碳管束片段分別與其他奈米碳管束片段首尾相連地連續地被拉出，從而形成一有序奈米碳管結構。該有序奈米碳管結構包括複數首尾相連且定向排列的奈米碳管束。該有序奈米碳管結構中奈米碳管的排列方向基本平行於有序奈米碳管結構的拉伸方向。

[0026] 該有序奈米碳管結構為一奈米碳管薄膜或一奈米碳管線，優選的，所述奈米碳管膜或奈米碳管線僅由奈米碳管組成。具體地，當所選定的複數奈米碳管束片段的寬度較大時，所獲得的有序奈米碳管結構為一奈米碳管薄膜；當所選定的複數奈米碳管束片段的寬度較小時，所獲得的有序奈米碳管結構即為一奈米碳管線。

[0027] 該直接拉伸獲得的有序奈米碳管結構的厚度均勻，奈米碳管在該奈米碳管結構中均勻分佈。該直接拉伸獲得有序奈米碳管結構的方法簡單快速，適宜進行工業化應用。

[0028] 步驟S103：對上述有序奈米碳管結構進行機械處理，得到一奈米碳管線。

[0029] 當上述有序奈米碳管結構為一寬度較大的奈米碳管薄膜時，對其進行機械處理從而得到一奈米碳管線的步驟可以通過以下三種方式實現：對所述有序奈米碳管結構進行扭轉，形成絞線狀奈米碳管線；切割所述有序奈米碳

管結構，形成束狀奈米碳管線；將有序奈米碳管結構經過一有機溶劑浸潤處理後收縮成為一束狀奈米碳管線。

[0030] 對所述有序奈米碳管結構進行扭轉，形成奈米碳管線的步驟可通過以下兩種方式實現：其一，通過將黏附於上述有序奈米碳管結構一端的拉伸工具固定於一旋轉電機上，扭轉該有序奈米碳管結構，從而形成一奈米碳管線。其二，提供一個尾部可以黏住有序奈米碳管結構的紡紗軸，將該紡紗軸的尾部與有序奈米碳管結構結合後，使該紡紗軸以旋轉的方式扭轉該有序奈米碳管結構，形成一奈米碳管線。可以理解，上述紡紗軸的旋轉方式不限，可以正轉，可以反轉，或者正轉和反轉相結合。優選地，所述扭轉該有序奈米碳管結構的步驟為將所述有序奈米碳管結構沿有序奈米碳管結構的拉伸方向以螺旋方式扭轉。扭轉後所形成的奈米碳管線為一絞線結構。

[0031] 在步驟S11中，所述絕緣層120可通過塗敷、蒸鍍、電子濺射或離子濺射的方法形成在所述奈米碳管線狀結構110的整個表面，從而使所述絕緣層120包覆於所述奈米碳管線狀結構110表面。由於所述奈米碳管線狀結構110近似於一維結構，所述奈米碳管線狀結構110兩端部近似於兩點，因此所述奈米碳管線狀結構110的“整個表面”為指所述奈米碳管線狀結構110除兩個端點之間的外表面。所述“包覆”為指所述奈米碳管線狀結構110的整個表面連續地覆蓋有絕緣層120，所述絕緣層120貼附於所述奈米碳管線狀結構110表面並與其直接接觸。所述絕緣層120的厚度可為1微米至10微米。在包覆所述絕緣層120之後

，所述奈米碳管線狀結構110及所述絕緣層120形成的橫截面的形狀可為圓形、方形、三角形、矩形等幾何形狀，也可以為其他的幾何形狀。本實施例中，所述絕緣層120的厚度為3微米。在形成絕緣層120的過程中，所述絕緣材料與所述奈米碳管線狀結構110由於分子間的吸附作用緊密結合在一起，從而使所述絕緣層120貼附在所述奈米碳管線狀結構110的表面，將奈米碳管線狀結構110牢固的固定於其中。進一步的，由於所述奈米碳管線狀結構110表面具有複數縫隙，因此所述絕緣層120中的絕緣材料滲透入奈米碳管線狀結構110的縫隙中，與所述奈米碳管線狀結構110結合在一起。所述絕緣層120用於電氣絕緣，優選的，所述絕緣層120可進行預處理避免在工作過程中產生氣體。所述絕緣層120的材料可以選用真空陶瓷（主要成分 Al_2O_3 、 Mg_2SiO_4 ）、氧化鋁（ Al_2O_3 ）、聚四氟乙烯或奈米黏土—高分子複合材料。奈米黏土—高分子複合材料中奈米黏土為奈米級層狀結構的矽酸鹽礦物，為由複數種水合矽酸鹽和一定量的氧化鋁、鹼金屬氧化物及鹼土金屬氧化物組成，具耐火阻燃等優良特性，如奈米高嶺土或奈米蒙脫土。高分子材料可以選用矽樹脂、聚醯胺、聚烯烴如聚乙烯或聚丙烯等，但並不以此為限。本實施例絕緣層120材料優選真空陶瓷，其具有良好的電氣絕緣、耐火阻燃等特性，可以為奈米碳管線狀結構110提供有效的電氣絕緣，保護奈米碳管線狀結構110。

[0032] 可以理解，所述絕緣層120並非一定要包覆所述奈米碳管

線狀結構110的整個表面，也可以間斷的包覆，只要保證後續能夠在絕緣層120的表面形成導電環130。

[0033] 本實施例中，所述絕緣層120的製備方法可包括以下步驟：

[0034] 步驟S111，在所述奈米碳管線狀結構110的表面塗敷絕緣材料；

[0035] 步驟S112，燒結所述絕緣材料，形成所述絕緣層120。

[0036] 在步驟S112中，通過燒結所述絕緣材料，從而排除絕緣材料中的氣體，避免所述場發射電子源10在工作過程中，氣體從絕緣材料中溢出，影響所述奈米碳管線狀結構110的場發射能力，並進一步提高所述絕緣層120與所述奈米碳管線狀結構110的結合能力。

[0037] 在步驟S12中，所述複數導電環130間隔設置於所述絕緣層120的表面，即所述複數導電環130在所述奈米碳管線狀結構110的中心軸線方向上以一定間距分佈。所述相鄰導電環130之間的間距可相等或不等，優選的，所述相鄰導電環130之間的間距相等，有利於後續形成長度一致的場發射電子源，從而提供均勻的場發射。所述每一導電環130為一環繞設置於所述絕緣層120的環狀結構，所述導電環130貼附於所述絕緣層120的表面，即所述導電環130的內徑等於所述奈米碳管線狀結構110的半徑及所述絕緣層120的厚度之和。進一步的，由於所述奈米碳管線狀結構110表面形成有縫隙，因此部份絕緣層120可嵌入所述奈米碳管線狀結構110表面形成的縫隙中，從而使得

所述絕緣層120與所述奈米碳管線狀結構110緊密結合，提高所述奈米碳管線狀結構110的機械強度。所述導電環130可為封閉的環狀結構，也可為半封閉的環形結構，即所述導電環130存在一缺口。所述導電環130具有形成在兩端的第一環面及第二環面，所述第一環面及第二環面可分別垂直於所述奈米碳管線狀結構110的中心軸線，也可與所述中心軸線形成一定角度。

[0038] 所述導電環130的寬度（沿奈米碳管線狀結構110中心軸線延伸的長度）可為1微米至20微米，可根據實際需要進行選擇。所述導電環130可均勻包覆於所述奈米碳管線狀結構110的表面，即所述導電環130各個位置處的厚度均相同，所述導電環130的厚度可為1微米至10微米。所述導電環130的材料可為銅、銀或金等導電性好的金屬或其合金，進一步的，組成所述導電環130材料的顆粒為奈米級，優選的，所述顆粒的直徑小於100奈米，從而可以確保所述導電環130基本不含有氣體，減少後續殘留氣體對場發射的影響。本實施例中，所述導電環130兩端的第一環面及第二環面均垂直於所述中心軸線，該導電環130的材料為銀，寬度為4微米，厚度約為2微米。本實施例採用物理氣相沈積法（PVD），如真空蒸鍍法或離子濺射法或電鍍法等方法沈積導電環130。優選地，本實施例採用掩模真空蒸鍍法形成導電環130。所述相鄰導電環130之間間距可為4微米至20微米，例如6微米、10微米、15微米等，可根據實際場發射元件對場發射電子源高度的需要進行選擇。

- [0039] 在步驟S13中，所述導電環130的切割主要包括以下步驟：
- [0040] 步驟S131，固定形成有複數所述導電環130的所述場發射電子源預製體112的兩端；
- [0041] 步驟S132，切割所述場發射電子源預製體112，形成複數場發射電子源10，所述場發射電子源10的至少一端包覆有導電環130。
- [0042] 在步驟S132中，所述場發射電子源預製體112的切割方式有複數種，可根據實際需要進行選擇，只要保證切割形成的所述場發射電子源10的至少一端包覆有導電環130。例如所述切割位置可從所述複數導電環130的第一環面、第二環面位置處的絕緣層120表面開始，也可從所述導電環130第一環面與第二環面之間導電環130的任意位置開始。具體的，對於所述場發射電子源預製體112表面的第N個導電環130，當所述切割位置選擇從第一環面處或者第一環面與第二環面之間的位置開始切割時，則對於相鄰的第N+1個導電環130，所述切割位置可從第一環面的位置、第二環面的位置或二者之間的任意位置開始切割，還可以從所述第N個導電環130的第二環面與第N個導電環130的第一環面之間的場發射電子源預製體112表面的位置處切割，保證所述切割形成的場發射電子源10的至少一端包覆有導電環130；當對於所述場發射電子源預製體112表面第N個導電環130的切割位置從所述第二環面位置處開始切割時，則對於相鄰的第N+1個導電環130，所述切割位置可從第二環面位置處或者第一環面與第二環

面之間的任意位置處開始切割。所述切割順序可依次切割，也可同時切割。無論哪種情況，經過所述切割之後，所述場發射電子源10的至少一端包覆有導電環130，所述奈米碳管線狀結構110從切割形成的斷口出暴露出來，且在斷口處，所述奈米碳管線狀結構110的末端，所述絕緣層120的斷面，以及所述導電環130的環面位於同一平面。所述切割的方向與所述奈米碳管線狀結構110的延伸方向呈一定角度 α ，所述 α 大於0度小於等於90度，形成一斷口，所述斷口可為一平面，且與所述奈米碳管線狀結構110的延伸方向形成一夾角。優選的，所述 α 為90度，即所述切割方向垂直於所述奈米碳管線狀結構110的延伸方向，從而形成一平整的斷口，且所述斷口的平面垂直於所述場發射電子源10的中心軸。所述奈米碳管線狀結構110中的奈米碳管從所述斷口暴露出來，作為電子發射端，即所述奈米碳管線狀結構110的末端與所述斷口的平面至少平齊。本實施例中，均從所述導電環130所述第一環面及第二環面之間的位置切斷所述導電環130，所述絕緣層120以及所述奈米碳管線狀結構110，形成複數場發射電子源10，且所述導電環130均設置於所述每一場發射電子源10的兩端。所述導電環130及所述場發射電子源預製體112可通過物理切割、化學切割的方法切斷，如機械切割、鐳射切割（CO₂或Nd:YAG鐳射）等。本實施例中，所述導電環130及所述場發射電子源預製體112通過機械切割的方法切斷。

[0043] 可以理解，所述場發射電子源預製體112的固定為一可選

的步驟，為為後續在切割的過程中，方便切割並保證形成的場發射電子源10的結構。

[0044] 請參閱圖4，本發明第二實施例進一步提供一種場發射電子源10，所述場發射電子源10包括一奈米碳管線狀結構110，一絕緣層120包覆於所述奈米碳管線狀結構110的表面，以及至少一導電環130設置於所述奈米碳管線狀結構110至少一端的絕緣層120表面。所述奈米碳管線狀結構110、絕緣層120以及所述導電環130同軸設置。所述奈米碳管線狀結構110從所述場發射電子源10的兩末端暴露出來，且所述導電環130靠近所述奈米碳管線狀結構110末端的環面與所述奈米碳管線狀結構110的該末端平齊。

[0045] 所述奈米碳管線狀結構110為含有奈米碳管的線狀結構，包括至少一單根奈米碳管、或至少一奈米碳管線、或至少一複合奈米碳管線，或其組合。當所述奈米碳管線狀結構110包括複數奈米碳管時，所述複數奈米碳管可相互平行並排排列，也可相互扭轉形成線狀結構；同樣，當所述奈米碳管線狀結構110包括複數奈米碳管線時，所述複數奈米碳管線可相互平行並排排列，也可相互扭轉；同樣的，所述複合奈米碳管線也可如上所述設置，如奈米碳管線與矽奈米線並排排列或相互扭轉形成線狀結構等。

[0046] 所述絕緣層120包覆於所述奈米碳管線狀結構110的表面，且與所述奈米碳管線狀結構110的表面直接接觸，即所述絕緣層120的內徑與所述奈米碳管線狀結構110的半徑

相等。進一步的，當所述奈米碳管線狀結構110具有複數縫隙時，部份絕緣層120嵌入所述奈米碳管線狀結構110表面形成的縫隙中，從而使得所述絕緣層120與所述奈米碳管線狀結構110緊密結合，提高所述奈米碳管線狀結構110的機械強度。所述絕緣層120的厚度可根據實際需要進行選擇，如施加在導電環130與所述奈米碳管線狀結構110之間的電壓等，以獲得更好的電子發射性能。優選的，所述絕緣層120的厚度為1微米至10微米，本實施例中，所述絕緣層120的厚度為3微米。所述奈米碳管線狀結構110的兩末端分別從所述絕緣層120中暴露出來。

[0047] 所述導電環130設置於所述場發射電子源10的至少一端，並且環繞所述奈米碳管線狀結構110設置於所述絕緣層120的表面，與所述奈米碳管線狀結構110絕緣設置。所述導電環130為一環狀結構，在所述導電環130中心軸的延伸方向上具有相對的兩個環面。所述導電環130、絕緣層120以及奈米碳管線狀結構110同軸設置，即所述導電環130環面中心、所述絕緣層120的中心軸以及所述奈米碳管線狀結構110的中心軸均在同一軸線上。在設置有導電環130的場發射電子源10的一端，所述奈米碳管線狀結構110暴露出來的末端與所述導電環130靠近該末端的環面平齊，即在該場發射電子源10的端面處，所述奈米碳管線狀結構110的末端，所述絕緣層120的斷面，以及所述導電環130靠近奈米碳管線狀結構110末端的環面位於同一平面。所述導電環130可為封閉的環狀結構，也可為半封閉的環形結構，即所述導電環130存在一缺口。通過

在所述奈米碳管線狀結構110與所述導電環130之間施加一電壓，實現所述奈米碳管線狀結構110的電子發射。所述導電環130的厚度不限，可根據實際需要施加的電壓進行選擇。當所述導電環130分別設置於所述場發射電子源10的兩端時，所述場發射電子源10兩端的導電環130，一個用於提供陽極電壓；另一個用於將所述場發射電子源10與外接電路中的陰極（圖未示）通過焊接等方式進行固定，從而使所述奈米碳管線狀結構110能夠與陰極緊密接觸，減少縫隙的產生，進而減少由於電子發射過程中產生的熱量，提高使用壽命。

[0048] 通過向所述場發射電子源10一端的導電環130施加一陽極電壓，向場發射電子源10另一端的奈米碳管線狀結構110以及導電環130施加一陰極電壓，從而在所述奈米碳管線狀結構110與所述導電環130之間形成一電壓，該電壓驅動所述奈米碳管線狀結構110中的奈米碳管發射電子。本實施例中，所述導電環130的厚度為2微米，因此在二者之間施加的電壓為3V-6V時，在兩者之間形成的場強度即可達 $1\sim 2\text{V}/\mu\text{m}$ ，所述奈米碳管線狀結構110中的奈米碳管即能發射電子，從而有效的降低驅動電壓，避免高電壓情況下的如擊穿等不良現象的發生，延長場發射電子源10的使用壽命。

[0049] 本發明所述的場發射電子源及其製備方法具有以下有益效果。首先，所述奈米碳管線狀結構直接固定於所述絕緣層中，並與所述絕緣層緊密結合，從而能夠有效的避免奈米碳管現狀結構被拔出；其次，所述每一場發射電

子源均為一獨立的場發射單元，可以方便的進行組裝、替換，便於集成化；再次，所述場發射電子源的製備方法能夠有效方便的將奈米碳管線狀結構固定於絕緣層中，並可通過控制絕緣層的厚度方便的控制所述施加在場發射電子源的驅動電壓；最後，所述場發射電子源的製備方法可一次製備出複數獨立的場發射單元，製備效率高，工藝簡單，成本較低。

[0050] 請一併參閱圖5，本發明進一步提供一種場發射裝置12，其包括一陰極電極150以及一場發射電子源10，所述場發射電子源10具有相對的第一端以及第二端，所述第一端與所述陰極電極150電連接，所述第二端沿遠離陰極電極150的方向延伸。所述場發射電子源10包括一奈米碳管線狀結構110以及一絕緣層120同軸設置，所述奈米碳管線狀結構110第一端端部的絕緣層120表面具有一導電環130與所述奈米碳管線狀結構110電絕緣，所述導電環130為所述場發射裝置12的柵極。

[0051] 所述場發射裝置12中，所述場發射電子源10與第二實施例結構相同。所述電子發射源10的第一端與所述陰極電極150電連接，具體的，所述奈米碳管線狀結構110從所述絕緣層120中暴露出來與所述陰極電極150電連接。所述導電環130設置於所述場發射電子源10第二端的絕緣層120的表面，即所述導電環130設置於所述場發射電子源10遠離陰極電極150的一端，並與所述奈米碳管線狀結構110電絕緣。所述導電環130為所述場發射裝置12的柵極，通過在導電環130與所述陰極電極150之間施加一驅動

電壓，從而在導電環130與所述奈米碳管線狀結構110端部之間形成一電壓，以控制所述電子從所述奈米碳管線狀結構110中發射出來。所述導電環130遠離所述陰極電極150一端的環面至少與所述奈米碳管線狀結構110的端部平齊，也可高於所述奈米碳管線狀結構110的端部，以保證所述電子能夠在所述導電環130的驅動電壓下從所述奈米碳管線狀結構110末端發射出來。所述陰極電極150的材料及形狀不限，可根據實際需要進行選擇，只要保證所述陰極電極150與所述奈米碳管線狀結構110電連接即可。

[0052] 進一步的，所述場發射電子源10的第二端的絕緣層120表面也具有導電環130，所述導電環130設置於所述絕緣層120的表面，同時與所述陰極電極150接觸設置，並且與所述場發射電子源10第一端的導電環130間隔且電絕緣。所述場發射電子源10第二端的導電環130可通過焊接等方式固定於所述陰極電極150表面，從而使所述場發射電子源10牢固的固定於所述陰極電極150上，並保證所述奈米碳管線狀結構110與所述陰極電極150電接觸良好。

[0053] 請參閱圖6，本發明第三實施例提供一種場發射電子源20的製備方法，主要包括以下步驟：

[0054] 步驟S20，提供一奈米碳管線狀結構110；

[0055] 步驟S21，在所述奈米碳管線狀結構110的表面包覆一絕緣材料124；

[0056] 步驟S22，在所述絕緣材料124的表面間隔設置複數導電

環130；

- [0057] 步驟S23，切斷所述包覆有絕緣材料及複數導電環130的奈米碳管線狀結構，形成複數場發射電子源預製體212；
- [0058] 步驟S24，燒結所述場發射電子源預製體212中的絕緣材料124，形成所述絕緣層120以及所述場發射電子源20。
- [0059] 本發明第三實施例提供的場發射電子源20的製備方法與第一實施例基本相同，其不同在於，在燒結形成所述絕緣材料之前，先切斷所述導電環130形成複數場發射電子源預製體212，然後再燒結所述場發射電子源20。
- [0060] 在步驟S24中，由於所述絕緣材料124不限，所述絕緣材料在燒結的過程中收縮，從而使得斷口出的奈米碳管從燒結形成的所述絕緣層120中延伸出來，如真空陶瓷、氧化鋁（ Al_2O_3 ）、聚四氟乙烯或奈米黏土—高分子複合材料，但並不以此為限，可根據本發明所述之要求進一步進行選擇絕緣材料。所述奈米碳管的延伸出來的長度與所述絕緣層120在燒結過程中的收縮程度相關，即取決於所述絕緣層120採用的絕緣材料124的收縮率。燒結之後，所述奈米碳管線狀結構110的端部與所述導電環130的一環面平齊，所述絕緣層120的端面向場發射電子源20內部的方向凹進，形成一凹進空間，從而將所述奈米碳管線狀結構110的一部份暴露出來。所述凹進空間的形狀由所述絕緣層120的材料決定，越靠近奈米碳管線狀結構110的表面，所述絕緣層120向內部凹進的深度越大。所述凹進空間向所述場發射電子源20內部凹進的最大深度

可小於所述導電環130的寬度，即所述暴露出來的奈米碳管線狀結構110的長度小於所述導電環130的寬度，從而保證所述導電環130依然包覆並固定於所述絕緣層120的表面。

[0061] 請參閱圖7，本發明第四實施例提供一種場發射電子源20，所述場發射電子源20包括一奈米碳管線狀結構110，一絕緣層120包覆於所述奈米碳管線狀結構110的表面，至少一導電環130設置於所述場發射電子源20一端部的絕緣層120表面。所述奈米碳管線狀結構110、絕緣層120以及所述導電環130同軸設置。所述奈米碳管線狀結構110的兩端從所述絕緣層120中延伸出來。

[0062] 本發明第四實施例提供的場發射電子源20與第二實施例提供的場發射電子源10結構基本相同，其不同在於，在設置有導電環130的所述場發射電子源20的一端部，所述絕緣層120向所述場發射電子源20的內部凹進形成一凹進空間，所述奈米碳管線狀結構110的一部份位於凹進空間內並從所述絕緣層120中延伸出來，未被所述絕緣層120所包覆。在所述場發射電子源10設置有導電環130的一端部，所述奈米碳管線狀結構110延伸出來的長度，小於所述導電環130的寬度，且所述奈米碳管線狀結構110的端部與所述導電環130的環面平齊。

[0063] 請參閱圖8，本發明第五實施例提供一種場發射電子源30的製備方法，主要包括以下步驟：

[0064] 步驟S30，提供一奈米碳管線狀結構110；

- [0065] 步驟S31，在所述奈米碳管線狀結構110的表面包覆一絕緣層120；
- [0066] 步驟S32，在所述絕緣層120的表面間隔設置複數導電環130；
- [0067] 步驟S33，在所述間隔設置的導電環130之間暴露的絕緣層120表面包覆絕緣環122；
- [0068] 步驟S34，切斷所述複數導電環130，形成複數場發射電子源30。
- [0069] 本發明第五實施例提供的場發射電子源30的製備方法與第一實施例基本相同，其不同在於，進一步包括一在間隔設置的導電環130之間暴露的絕緣層120的表面包覆絕緣環122的步驟。所述絕緣環122的製備方法與所述絕緣層120的製備方法基本相同，且所述絕緣環122的厚度可與所述導電環130的厚度相同，從而使所述場發射電子源30的外徑基本相同，並且所述絕緣環122可與所述絕緣層120形成一體結構。所述絕緣環122的設置可防止在後續形成複數場發射電子源30彼此並排對齊設置發射電子時，減小氣體的存在空間，降低氣體對電子發射的影響；並且通過設置所述絕緣環122可使所述場發射電子源30具有均一的外徑，因此當後續複數場發射電子源30並排設置時，能夠增大接觸面積，進而可增強相互之間的作用力，使得所述場發射電子源30之間結合更加緊密。
- [0070] 可以理解，所述導電環130及絕緣環122的製備步驟也可互換，即也可首先在所述絕緣層120的表面形成複數間隔

設置的絕緣環122，然後再在間隔的絕緣環122之間設置導電環130，並且所述絕緣環122可與所述絕緣層120一體成型，從而使得所述絕緣環122能夠與所述絕緣層120形成一體結構，使得工藝更加簡潔，成本更低。

[0071] 請參閱圖9，本發明第六實施例提供一種場發射電子源陣列100的製備方法，主要包括以下步驟：

[0072] 步驟S40，提供一奈米碳管線狀結構110；

[0073] 步驟S41，在所述奈米碳管線狀結構110的表面包覆一絕緣層120；

[0074] 步驟S42，在所述絕緣層120的表面間隔設置複數導電環130，形成一場發射電子源預製體312；

[0075] 步驟S43，將所述複數場發射電子源預製體312並排對齊設置，形成一場發射電子源陣列預製體101；

[0076] 步驟S44，切割所述場發射電子源陣列預製體101，形成複數場發射電子源陣列100。

[0077] 本發明第六實施例提供的場發射電子源陣列100的製備方法與第一實施例中所述場發射電子源10的製備方法基本相同，其不同在於，在切斷之前，將複數形成有複數所述導電環130的所述場發射電子源預製體312彼此並排對齊設置，然後再同時切斷所述複數場發射電子源預製體312，形成複數場發射電子源陣列100。

[0078] 在步驟S43中，所述“並排對齊設置”為指複數場發射電子源預製體312彼此平行沿同一方向（如第一方向X方向

) 延伸設置，且每一根所述場發射電子源預製體312表面的導電環130均與相鄰的所述場發射電子源預製體312的導電環130一一對應在同一X座標值分佈，即所述每一場發射電子源預製體312中第N個導電環130的位置均具有相同的X軸座標；第N+1個導電環130的位置均具有相同的另一X軸座標。也就為說，同一X軸座標的所述導電環130在垂直於X方向上的投影重合。從而使得在後續切斷所述複數形成有複數所述導電環130的所述場發射電子源預製體312時，切斷位置對應相同，形成一整齊的場發射電子源陣列100。在此情況下，所述複數場發射電子源預製體312之間可緊密排列形成束狀結構，即相鄰的場發射電子源預製體312均相互接觸設置，且位於同一X座標值的所述複數導電環130彼此電接觸設置；所述複數場發射電子源預製體312也可以相同或不同的間隔並排對齊設置。優選的，所述複數場發射電子源預製體312之間由於相互之間的較強的引力而緊密排列，從而保證在切斷過程中不會散開，有利於後續形成的場發射電子源30便於集成，能夠方便的設置並進行驅動。可以理解，由於工藝等原因，在對齊過程中，所述不同場發射電子源預製體312中對應同一X軸座標的導電環130可能存在微量的錯位，然而該錯位並不影響在後續切割過程中，形成的場發射電子源陣列100中每一場發射電子源10的場發射。

[0079] 在步驟S44中，由於複數場發射電子源預製體312並排對齊設置，因此所述切割位置優選為所述導電環130兩環面之間的位置，從而保證切割形成的場發射電子源陣列100

的至少一端部形成有導電環130。同時，優選的，所述切割方向垂直於所述場發射電子源預製體312的中心軸方向，保證切割形成的斷面垂直於所述中心軸的方向，且形成一平面，防止切割過程中，由於切割方向傾斜而造成一部份場發射電子源預製體312切斷後的切斷位置處保留有導電環130，而另一部份場發射電子源預製體312切斷位置處沒有導電環130，造成部份場發射電子源不能發射電子，影響所述場發射電子源陣列100的電子發射的均勻性。可以理解，在保證形成的所述場發射電子源陣列100中的場發射電子源10均能夠發射電子的情況下，由於工藝等其他原因，所述切割方向也並非絕對的垂直於所述中心軸，可以適當的傾斜。

[0080] 本發明通過將複數場發射電子源預製體312先並排對齊設置，然後再切斷形成場發射電子源陣列100的製備方法，具有以下有益效果：首先，可一次性的製備複數獨立的場發射電子源陣列100，每一場發射電子源陣列100均可單獨作為場發射單元；其次，所述場發射電子源陣列100具有更高的場發射電流；再次，所述場發射電子源陣列100可按一定圖案分佈形成新的場發射陣列，有利於後續場發射元件的集成，並且方面替換、調整、移動；最後，所述場發射電子源陣列100中每一根奈米碳管線狀結構均牢固的固定於絕緣層中，從而能夠承受更大的電場力。

[0081] 所述場發射電子源陣列100包括複數場發射電子源10並排對齊設置，所述“並排對齊”為指所述場發射電子源10

均沿同一方向延伸且具有相同的長度，每一場發射電子源10位於同一端的導電環130彼此接觸電連接，且所述導電環130靠近奈米碳管線狀結構110端部的環面均位於同一平面。在所述場發射電子源10的延伸方向上，每一場發射電子源10均包括第一端及相對的第二端。所述場發射電子源10中的導電環130至少設置於其中的至少一端，即所述每一場發射電子源10中的導電環130均設置於所述第一端，也可均設置於第二端，也可同時設置於第一端及第二端。並且，設置於同一端的導電環130與相鄰的場發射電子源10中同一端的導電環130彼此電連接。

[0082] 請參閱圖10，進一步的，形成所述場發射電子源陣列100之後，可在所述位於同一端的複數導電環130的表面，再設置一導電層140與所述複數導電環130電連接。由於所述場發射電子源陣列100中的場發射電子源10平行並排排列，因此位於所述場發射電子源陣列100週邊的導電環130的部份表面暴露出來，所述導電層140連續的貼附於所述暴露出來的導電環130的表面。通過所述導電層140與所述場發射電子源陣列100中處於外表面的所述導電環130電連接，使得所述導電層140與每一場發射電子源10中位於同一端的導電環130電連接。通過在所述導電層140與所述奈米碳管線狀結構110之間施加電壓，使得所述場發射電子源同時發射電子，形成較大的場發射電流，可適用於大功率的電子發射器件。

[0083] 請參閱圖11，本發明進一步提供一種場發射裝置22，所述場發射裝置22包括一陰極電極150以及一場發射電子源

陣列100與所述陰極電極150電連接。所述場發射電子源陣列100具有一第一端以及相對的第二端，所述場發射電子源陣列100的第一端與所述陰極電極150電連接，所述第二端沿遠離陰極電極150的方向延伸。所述場發射電子源陣列100與第六實施例中所述場發射電子源陣列100的結構相同，所述場發射電子源陣列100中包括複數場發射電子源10平行並排設置，每一場發射電子源10包括一奈米碳管線狀結構110以及一絕緣層120同軸設置，所述奈米碳管線狀結構110遠離陰極電極150的絕緣層120表面設置有導電環130，且所有場發射電子源10中位於所述場發射電子源陣列100第二端的導電環130彼此電連接。

[0084] 進一步的，所述場發射電子源陣列100的第二端進一步包括一導電層140，由於所述複數場發射電子源10平行並排設置，因此所述場發射電子源陣列100第二端的導電環130的部份表面暴露出來，所述導電層140設置於所述導電環130暴露的部份表面，從而與所述複數導電環130電連接。通過在所述導電層140與所述陰極電極150之間施加驅動電壓，可同時驅動所述場發射電子源陣列100中的複數場發射電子源10發射電子，從而能夠實現較大的場發射電流。

[0085] 請參閱圖12，本發明第七實施例進一步提供一種場發射電子源陣列200的製備方法，主要包括以下步驟：

[0086] 步驟S50，提供一奈米碳管線狀結構110；

[0087] 步驟S51，在所述奈米碳管線狀結構110的表面包覆一絕

緣材料124；

[0088] 步驟S52，在所述絕緣材料124的表面間隔設置複數導電環130，形成一場發射電子源預製體412；

[0089] 步驟S53，將所述複數場發射電子源預製體312並排對齊設置，形成一場發射電子源陣列預製體201；

[0090] 步驟S54，切割所述場發射電子源陣列預製體201；以及

[0091] 步驟S55，燒結所述絕緣材料124，形成絕緣層120，得到所述場發射電子源陣列200。

[0092] 本發明第七實施例提供的場發射電子源陣列200的製備方法與第三實施例提供的場發射電子源20的製備方法基本相同，其不同在於，在切斷之前，將複數形成有複數所述導電環130的所述場發射電子源預製體412彼此並排對齊設置，然後再同時切斷所述複數場發射電子源預製體412，最後燒結所述絕緣材料124形成複數場發射電子源陣列200，每一場發射電子源陣列200均包括複數並排設置的場發射電子源20。

[0093] 綜上所述，本發明確已符合發明專利之要件，遂依法提出專利申請。惟，以上所述者僅為本發明之較佳實施例，自不能以此限制本案之申請專利範圍。舉凡習知本案技藝之人士援依本發明之精神所作之等效修飾或變化，皆應涵蓋於以下申請專利範圍內。

【圖式簡單說明】

[0094] 圖1為本發明第一實施例提供的場發射電子源製備方法的流程圖。

- [0095] 圖2為本發明第一實施例提供的場發射電子源製備方法中非扭轉奈米碳管線的掃描電鏡照片。
- [0096] 圖3為本發明第一實施例提供的場發射電子源製備方法中扭轉的奈米碳管線的掃描電鏡照片。
- [0097] 圖4為本發明第二實施例提供的場發射電子源的結構示意圖。
- [0098] 圖5為本發明第二實施例提供的場發射裝置的結構示意圖。
- [0099] 圖6為本發明第三實施例提供的場發射電子源的製備方法的流程圖。
- [0100] 圖7為本發明第四實施例提供的場發射電子源的結構示意圖。
- [0101] 圖8為本發明第五實施例提供的場發射電子源的製備方法的流程圖。
- [0102] 圖9為本發明第六實施例提供的場發射電子源陣列的製備方法的流程圖。
- [0103] 圖10為圖8所述製備方法製備的場發射電子源陣列表面包覆有導電層的結構示意圖。
- [0104] 圖11為本發明第六實施例提供的場發射裝置的結構示意圖。
- [0105] 圖12為本發明第七實施例提供的場發射電子源陣列的製備方法的流程圖。

【主要元件符號說明】

- [0106] 場發射電子源：10，20，30
- [0107] 場發射裝置：12，22
- [0108] 場發射電子源陣列：100，200
- [0109] 奈米碳管線狀結構：110
- [0110] 場發射電子源預製體：112，212，312，412
- [0111] 場發射電子源陣列預製體：101，201
- [0112] 絕緣層：120
- [0113] 絕緣材料：124
- [0114] 導電環：130
- [0115] 導電層：140
- [0116] 陰極電極：150
- [0117] 絕緣環：122

七、申請專利範圍：

- 1 . 一種場發射電子源，所述場發射電子源包括一奈米碳管線狀結構、一絕緣層以及至少一導電環，其改良在於，所述奈米碳管線狀結構及絕緣層同軸設置，所述絕緣層設置於所述奈米碳管線狀結構的表面，所述導電環設置於所述奈米碳管線狀結構至少一端部的絕緣層外表面，所述導電環靠近奈米碳管線狀結構端部的一環面與該奈米碳管線狀結構的該端部平齊。
- 2 . 如申請專利範圍第1項所述的場發射電子源，其中，設置有所述導電環的所述奈米碳管線狀結構的端部從所述絕緣層中暴露出來。
- 3 . 如申請專利範圍第1項所述的場發射電子源，其中，所述奈米碳管線狀結構為一自支撐結構。
- 4 . 如申請專利範圍第1項所述的場發射電子源，其中，所述奈米碳管線狀結構包括至少一單根奈米碳管、至少一奈米碳管線、至少一複合奈米碳管線或其組合。
- 5 . 如申請專利範圍第4項所述的場發射電子源，其中，所述奈米碳管線狀結構進一步包括支撐線材。
- 6 . 如申請專利範圍第1項所述的場發射電子源，其中，所述奈米碳管線狀結構由複數奈米碳管組成。
- 7 . 如申請專利範圍第1項所述的場發射電子源，其中，所述絕緣層的厚度為1微米至10微米。
- 8 . 如申請專利範圍第1項所述的場發射電子源，其中，所述奈米碳管線狀結構表面具有複數縫隙，所述絕緣層部份嵌入所述奈米碳管線狀結構表面的縫隙中。

- 9 . 如申請專利範圍第1項所述的場發射電子源，其中，所述場發射電子源包括兩導電環相互間隔且分別設置於所述奈米碳管線狀結構兩端部的絕緣層外表面。
- 10 . 如申請專利範圍第9項所述的場發射電子源，其中，進一步包括一絕緣環設置於所述間隔設置的兩導電環之間的絕緣層外表面。
- 11 . 如申請專利範圍第10項所述的場發射電子源，其中，所述絕緣環的厚度與所述導電環的厚度相同。
- 12 . 如申請專利範圍第1項所述的場發射電子源，其中，所述導電環與所述奈米碳管線狀結構電絕緣設置。
- 13 . 如申請專利範圍第1項所述的場發射電子源，其中，所述奈米碳管線狀結構的端部、所述絕緣層位於奈米碳管線狀結構端部的斷面以及所述導電環靠近奈米碳管線狀結構端部的環面位於同一平面。
- 14 . 如申請專利範圍第1項所述的場發射電子源，其中，所述奈米碳管線狀結構的兩端部份別從所述絕緣層中延伸出來，所述絕緣層在靠近所述奈米碳管線狀結構的兩端部份別形成一凹進空間。
- 15 . 一種場發射電子源，所述場發射電子源包括一奈米碳管線狀結構、一絕緣層以及至少一導電環，其改良在於，所述奈米碳管線狀結構及絕緣層同軸設置，所述導電環設置於所述奈米碳管線狀結構至少一端部的絕緣層外表面並與所述奈米碳管線狀結構電絕緣，所述對應設置有導電環的奈米碳管線狀結構的端部從所述絕緣層中暴露出來發射電子。
- 16 . 一種場發射裝置，包括：

一陰極電極；

一場發射電子源，該場發射電子源具有相對的兩端，一端與所述陰極電極電連接，另一端沿遠離陰極電極的方向延伸；

其改良在於，所述場發射電子源包括一奈米碳管線狀結構與一絕緣層同軸設置，在所述場發射電子源遠離陰極電極方向延伸的一端，所述場發射電子源進一步包括一導電環與所述奈米碳管線狀結構電絕緣設置，所述導電環作為所述場發射裝置的柵極電極。

- 17 . 如申請專利範圍第16項所述的場發射裝置，其中，所述導電環環繞設置在所述絕緣層的外表面。
- 18 . 如申請專利範圍第16項所述的場發射裝置，其中，所述奈米碳管線狀結構與所述陰極電極電連接。
- 19 . 如申請專利範圍第16項所述的場發射裝置，其中，所述奈米碳管線狀結構遠離陰極電極的端部、所述絕緣層位於奈米碳管線狀結構該端部的斷面以及所述導電環靠近奈米碳管線狀結構該端部的環面位於同一平面。
- 20 . 如申請專利範圍第16項所述的場發射裝置，其中，在所述場發射電子源與陰極電極電連接的一端，所述場發射電子源進一步包括另一導電環與所述陰極電極電連接，該兩導電環相互間隔設置。
- 21 . 如申請專利範圍第20項所述的場發射裝置，其中，進一步包括一絕緣環設置於所述間隔設置的導電環之間的絕緣層表面。
- 22 . 如申請專利範圍第16項所述的場發射裝置，其中，所述奈米碳管線狀結構遠離陰極電極方向的端部從所述絕緣層中

暴露出來發射電子。

八、圖式：

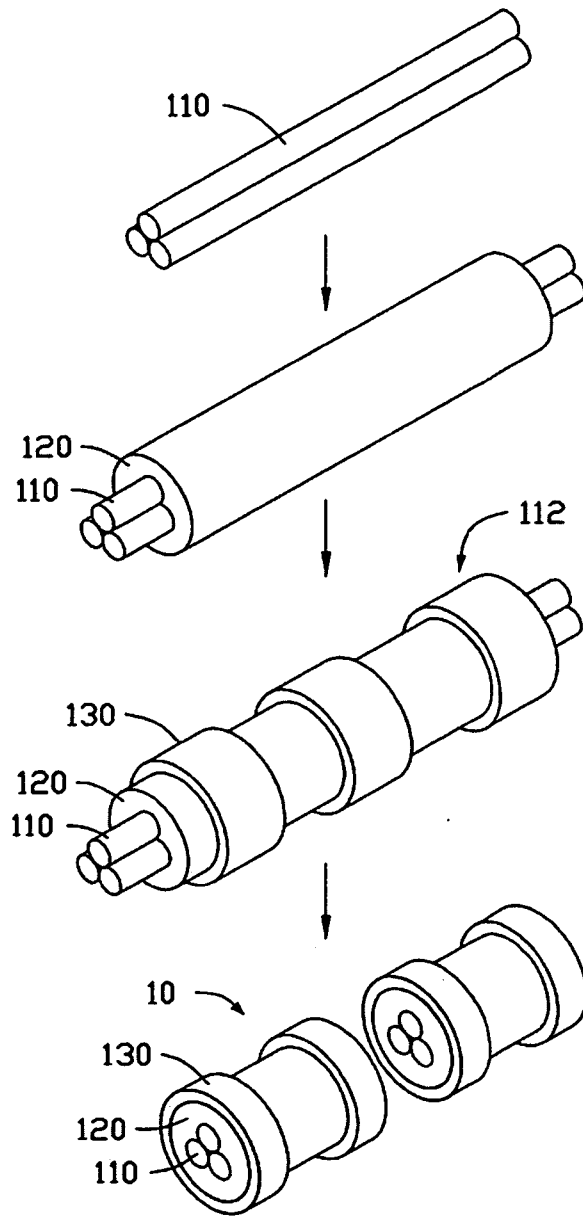
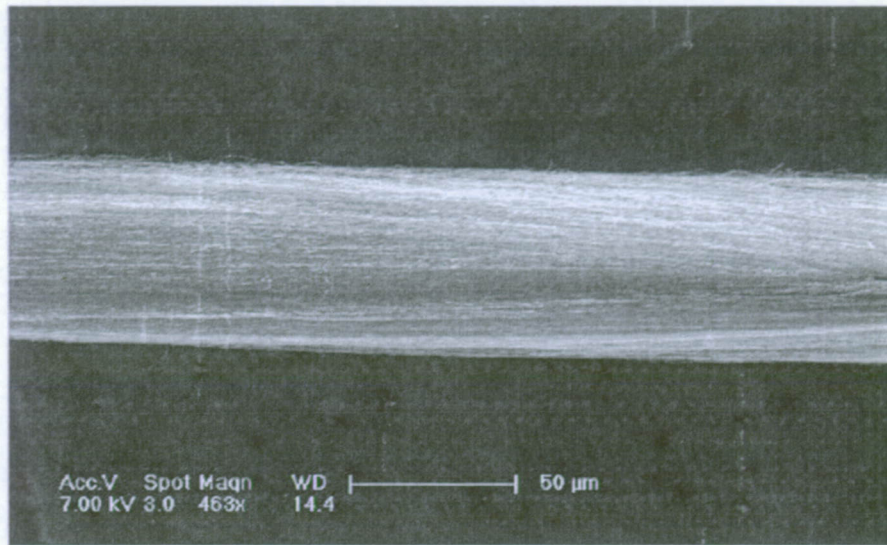
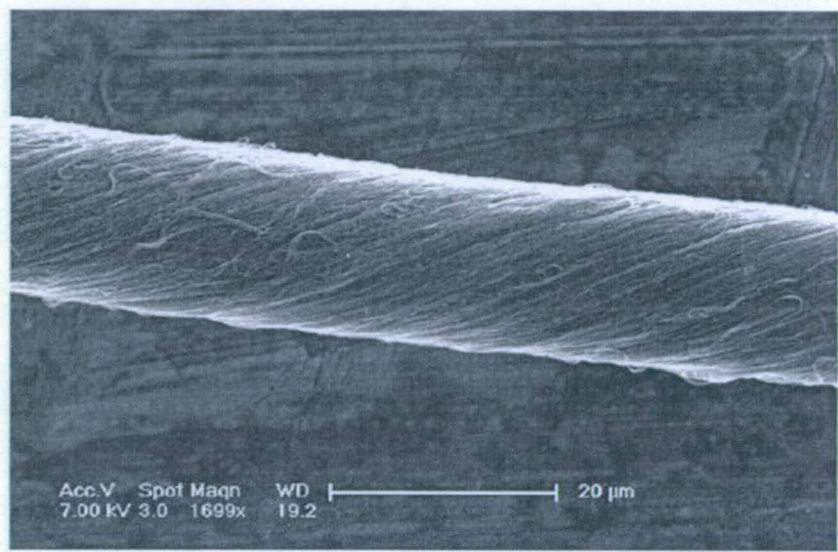


圖 1



2



3

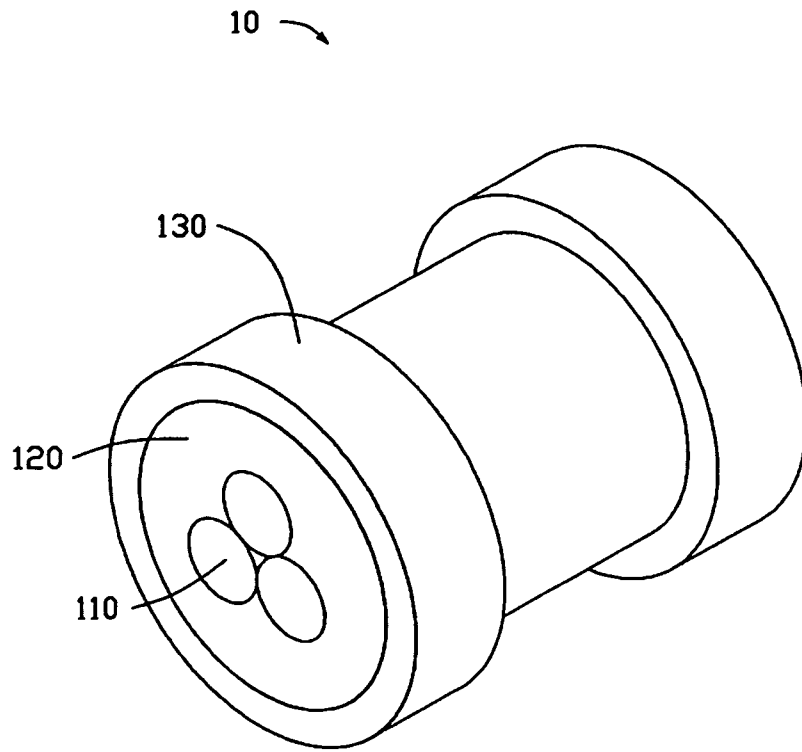


圖 4

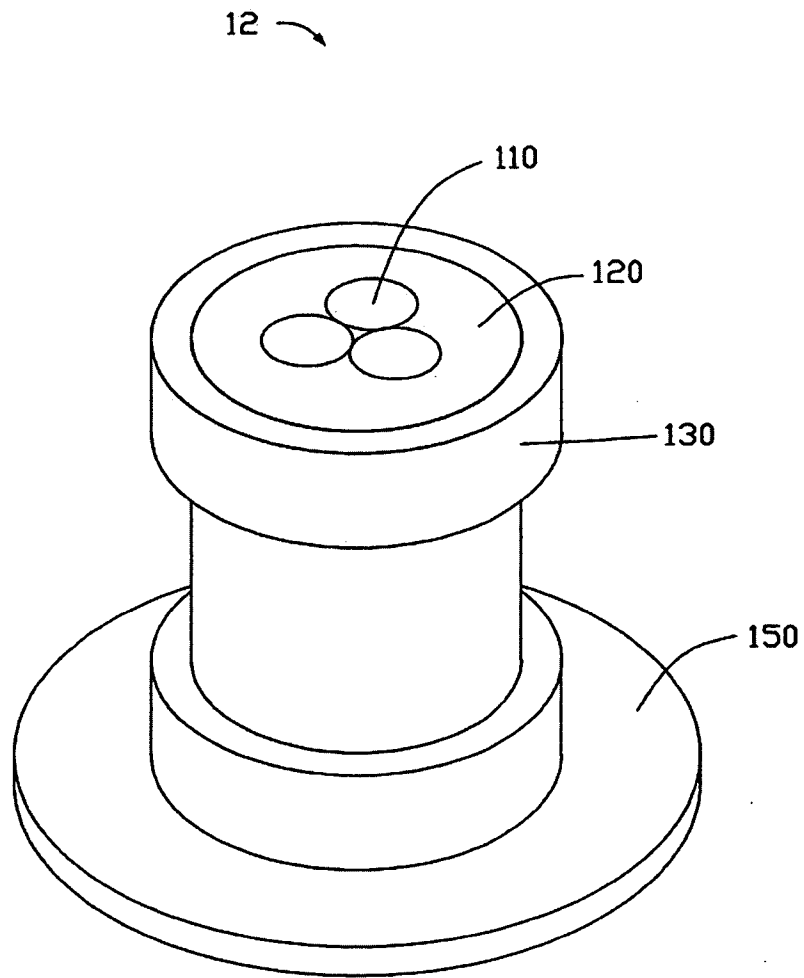


圖 5

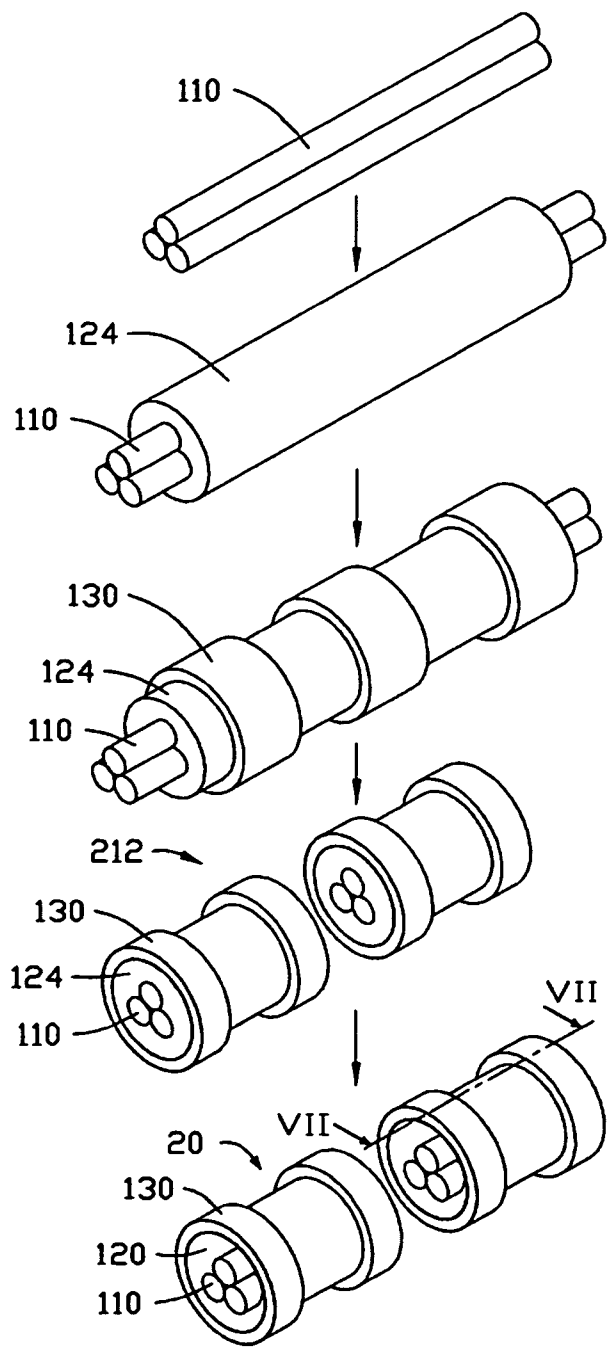


圖 6

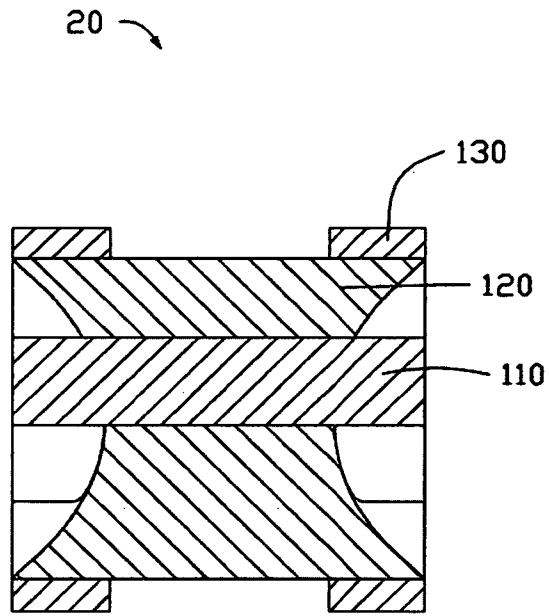


圖 7

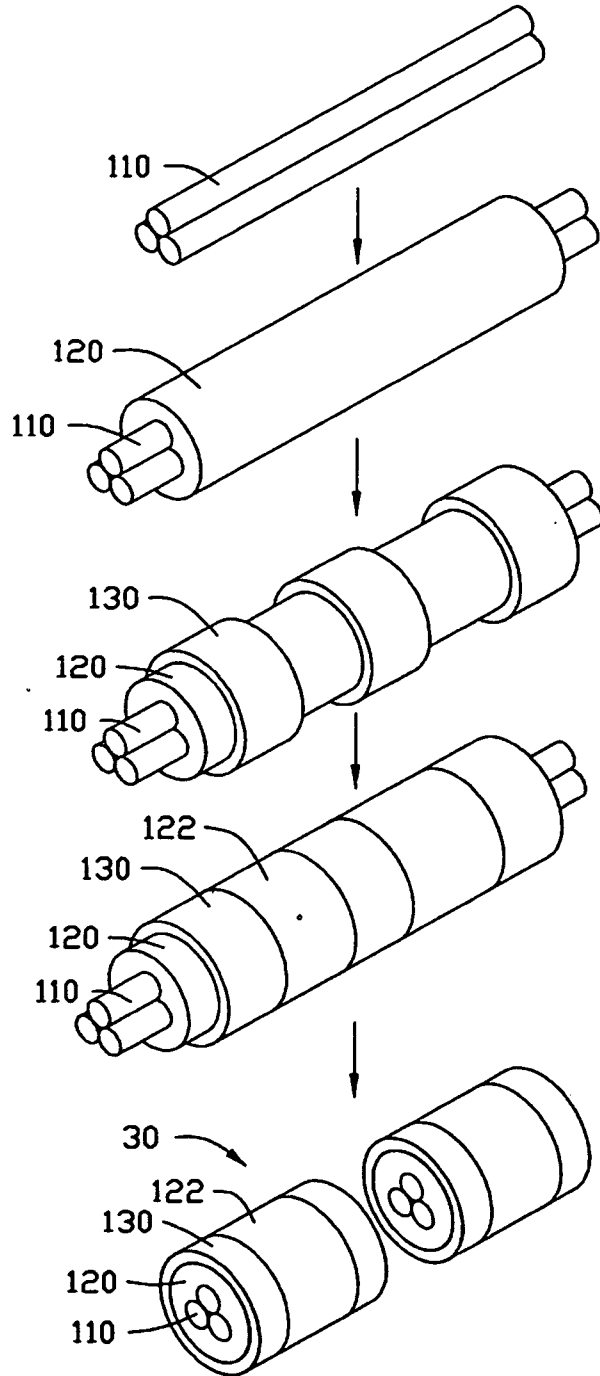
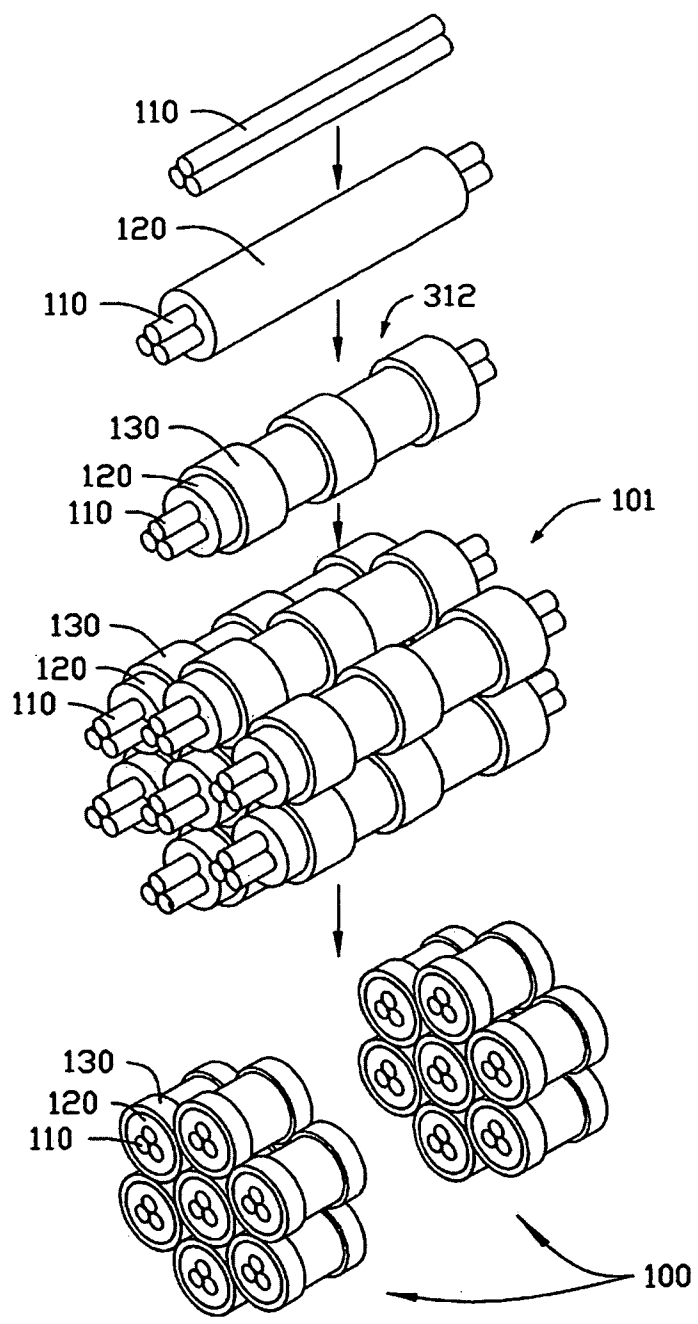


圖 8



9

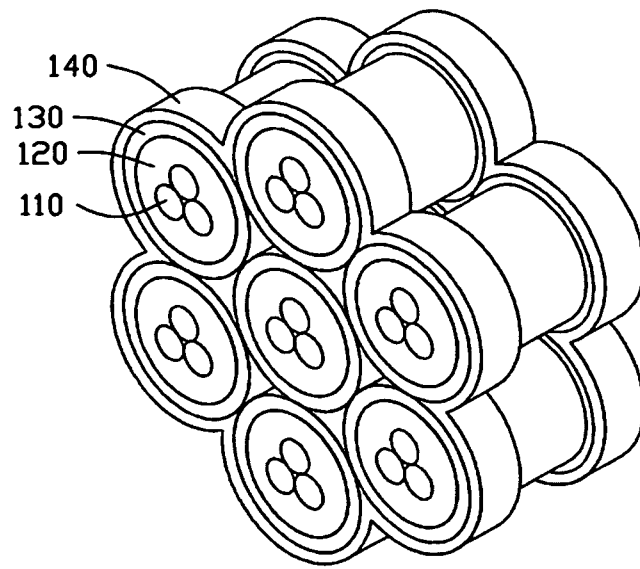
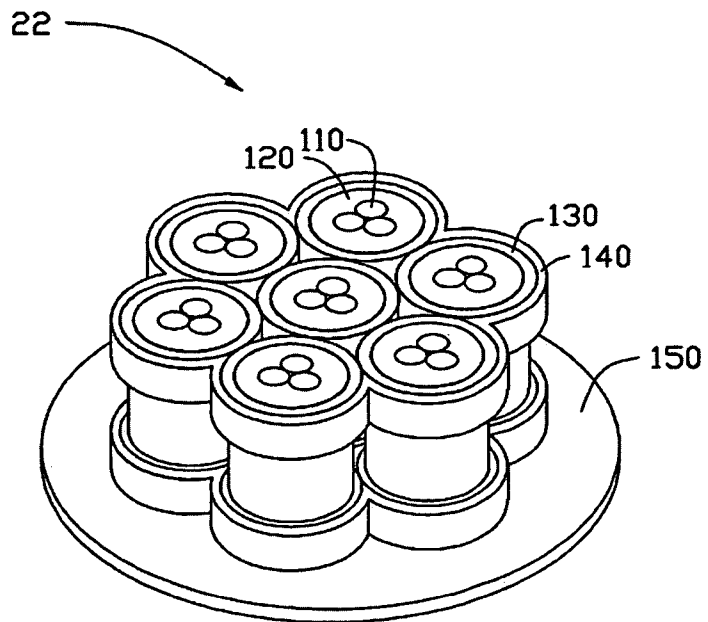


圖 10



11

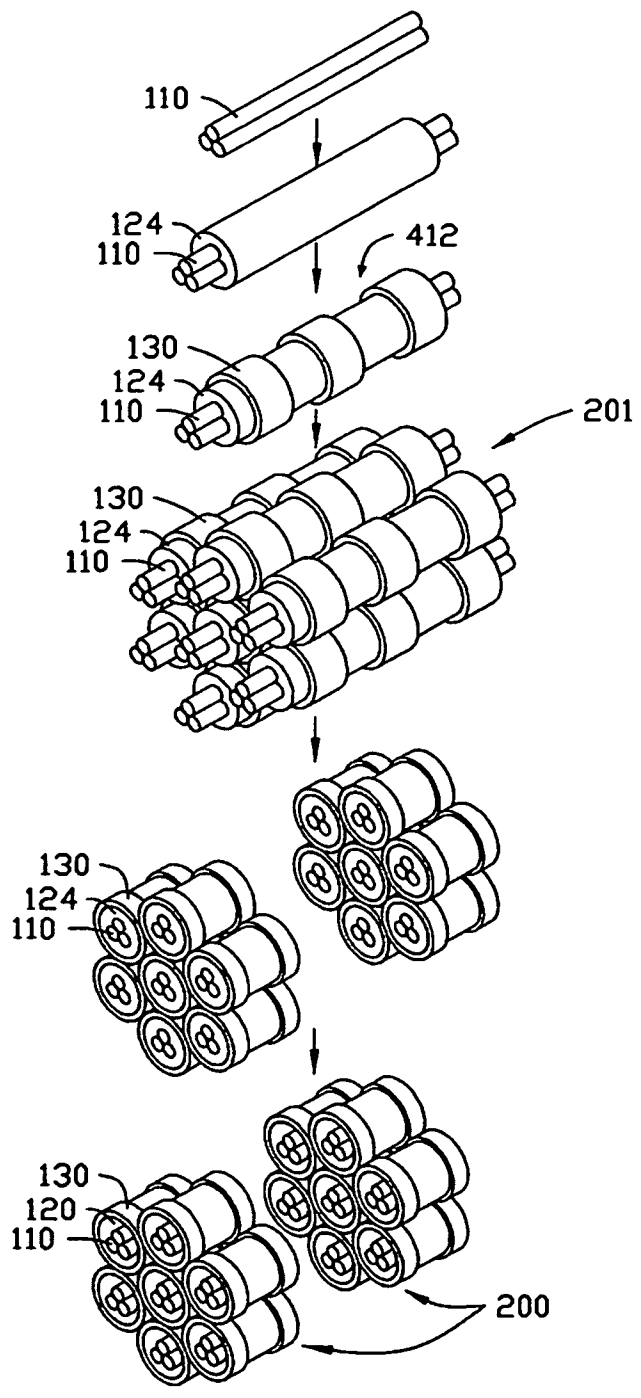


圖 12