I863539

(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 I863539 B**

(45)公告日： 中華民國 113 (2024) 年 11 月 21 日

(21)申請案號：112133073 (22)申請日： 中華民國 112 (2023) 年 08 月 31 日

(51)Int. Cl.： ***B23H1/00 (2006.01)*** ***B23H11/00 (2006.01)***

(71)申請人：國立高雄科技大學 (中華民國) NATIONAL KAOHSIUNG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY (TW)

高雄市三民區建工路 415 號

(72)發明人：許文政 HSUE, WEN-JENG (TW) ；湯晟瑞 TANG, CHENG-RUI (TW)

(74)代理人：彭志弘

(56)參考文獻：

TW	201531359A	CN	106956049A
CN	108620699A	US	4251706A

審查人員：李蕢至

申請專利範圍項數：13 項 圖式數：9 共 39 頁

(54)名稱

放電加工機台及其刀具

(57)摘要

一種放電加工機台及其刀具，所述放電加工機台係可對所述刀具提供放電加工液，以在放電通道中對工件進行放電加工；所述刀具係具有可引導放電加工液流動的內流道；所述內流道還可改變放電加工液的流動速度和流動方向，而使放電加工液可以側向沖刷排出放電通道中的加工屑渣，以特定的流場帶動加工屑渣離開放電通道，進而避免加工屑渣堆積在放電通道中發生極間短路和異常放電，進而提高放電加工效率並使得工件的加工部位的粗糙度、形貌與尺寸精度符合本產業所期望的標準，甚至還可延長放電加工時因 EDM 消耗的刀具壽命。

An electrical discharge machining (EDM) machine and its tool are provided. The EDM machine can supply EDM fluid to the tool for performing electrical discharge machining within the discharge channel around the working zone. The tool possesses an internal flow passageway capable of guiding the flow of the EDM dielectric fluid. The internal flow passageway is aimed at altering the flow rate and direction of the EDM fluid, enabling the laterally flushing to expel machining debris from the discharge channel. This flushing propels the machining debris out of the discharge channel efficiently with a specific flow field, preventing the accumulation of debris that could lead to short circuits and abnormal discharges during EDM processes. As a result, the efficiency of EDM machining is improved. The machined part's surface roughness, morphology, and dimensional accuracy can also be improved significantly to meet the industrial requirements. Moreover, it can even extend the tool's lifespan by reducing the tool's worn-out consumption during this EDM process.

指定代表圖：

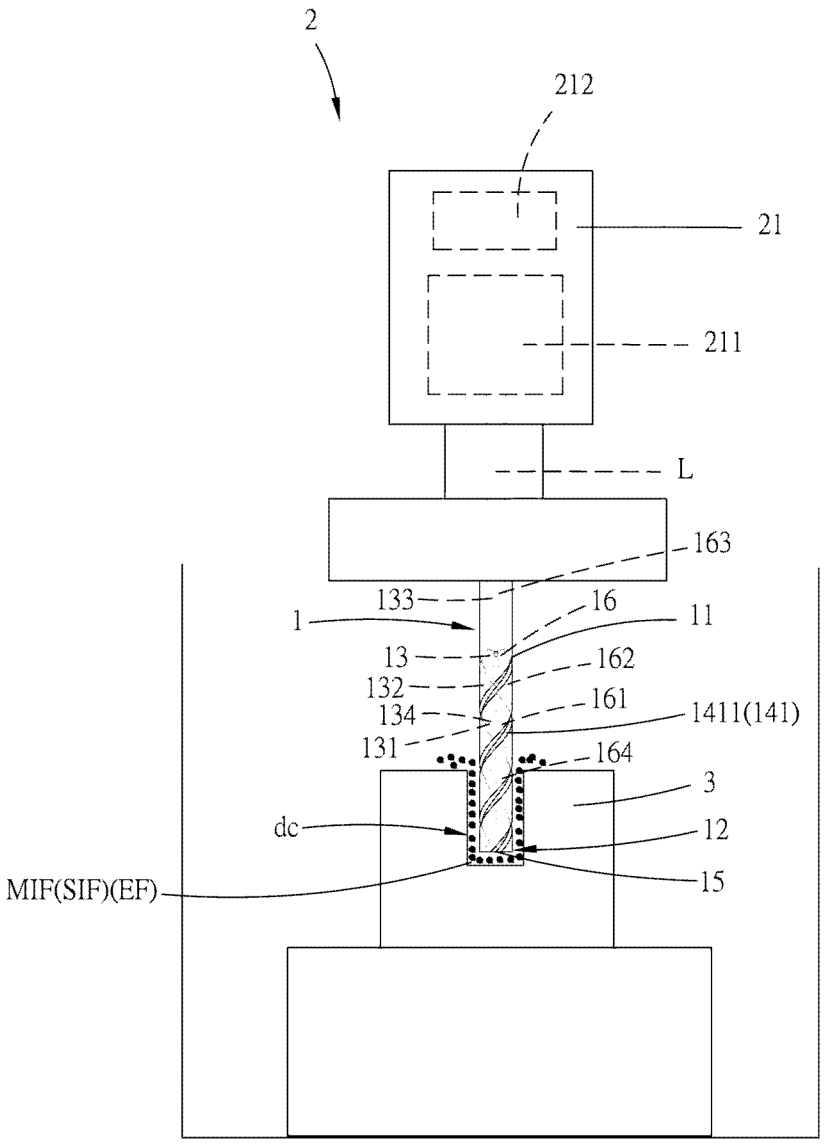

圖1

符號簡單說明：

1:刀具

11:刀具本體

12:刀具加工結構

13:刀具主要內流道

131:主要內流道螺旋結構

132:主要內流道本體

133:主要內流道流入段

134:主要內流道流出段

141:外流道導流結構

1411:加工屑渣通道

15:刀具端部

16:刀具次要內流道

161:次要內流道螺旋結構

162:次要內流道本體

163:次要內流道流入段

164:次要內流道流出段

2:放電加工機台

21:加工主軸

211:加工液注入構造

212:轉動動力源

3:工件

L:放電加工液

dc:放電通道

MIF:主要內流道流場

SIF:次要內流道流場

EF:外流道流場

專利案號：112133073

公告本

I863539

【發明摘要】

【中文發明名稱】　放電加工機台及其刀具

【英文發明名稱】　Electrical Discharge Machining Machine And Its Tool

【中文】

一種放電加工機台及其刀具，所述放電加工機台係可對所述刀具提供放電加工液，以在放電通道中對工件進行放電加工；所述刀具係具有可引導放電加工液流動的內流道；所述內流道還可改變放電加工液的流動速度和流動方向，而使放電加工液可以側向沖刷排出放電通道中的加工屑渣，以特定的流場帶動加工屑渣離開放電通道，進而避免加工屑渣堆積在放電通道中發生極間短路和異常放電，進而提高放電加工效率並使得工件的加工部位的粗糙度、形貌與尺寸精度符合本產業所期望的標準，甚至還可延長放電加工時因EDM消耗的刀具壽命。

【英文】

An electrical discharge machining (EDM) machine and its tool are provided. The EDM machine can supply EDM fluid to the tool for performing electrical discharge machining within the discharge channel around the working zone. The tool possesses an internal flow passageway capable of guiding the flow of the EDM dielectric fluid. The internal flow passageway is aimed at altering the flow rate and direction of the EDM fluid, enabling the laterally flushing to expel machining debris from the discharge channel. This flushing propels the machining debris out of the discharge channel efficiently with a specific flow field, preventing the accumulation of debris

that could lead to short circuits and abnormal discharges during EDM processes. As a result, the efficiency of EDM machining is improved. The machined part's surface roughness, morphology, and dimensional accuracy can also be improved significantly to meet the industrial requirements. Moreover, it can even extend the tool's lifespan by reducing the tool's worn-out consumption during this EDM process.

【指定代表圖】　　圖1

【代表圖之符號簡單說明】

1　　刀具

11　　刀具本體

12　　刀具加工結構

13　　刀具主要內流道

131　　主要內流道螺旋結構

132　　主要內流道本體

133　　主要內流道流入段

134　　主要內流道流出段

141　　外流道導流結構

1411　　加工屑渣通道

15　　刀具端部

16　　刀具次要內流道

161　　次要內流道螺旋結構

162	次要內流道本體
163	次要內流道流入段
164	次要內流道流出段
2	放電加工機台
21	加工主軸
211	加工液注入構造
212	轉動動力源
3	工件
L	放電加工液
dc	放電通道
MIF	主要內流道流場
SIF	次要內流道流場
EF	外流道流場

【發明說明書】

【中文發明名稱】　放電加工機台及其刀具

【英文發明名稱】　Electrical Discharge Machining Machine And Its Tool

【技術領域】

【0001】 本申請涉及放電加工機台技術領域，更詳而言之，係有關一種可提高放電通道中加工屑渣的排渣效率使工件的加工部位的粗糙度、形貌與尺寸精度符合預期的放電加工機台及其刀具電極。

【先前技術】

【0002】 按，放電加工（Electrical Discharge Machining，簡稱EDM）是一種在放電通道利用電弧放電來對金屬加工技術，特別適用於複雜形狀與難以切削的導電材料精密加工需求上，在放電加工的過程中，電弧放電會使工件表面的材料熔化、蝕刻或剝離而產生加工屑渣，在進行深孔的放電加工時，尤其針對盲孔或高深寬比的微孔進行放電加工時，加工屑渣經常堆積在放電通道中由放電加工液造成的渦流區而無法有效排除，使得加工屑渣在放電通道中發生極間短路和異常放電，使得放電加工效率不佳，以及使得工件的加工部位的粗糙度、形貌與尺寸精度不佳，甚至還會造成放電加工刀具端部鈍化消耗過快的問題。

【0003】 有鑑於此，本案係提供一種放電加工機台及其刀具，以提高放電通道中加工屑渣的排渣效率，以解決上述加工屑渣堆積在放電通道中所衍生的技術課題。

【發明內容】

【0004】 鑒於上述先前技術之缺點，本申請提供一種刀具，該刀具係可於一放電加工機台上搭配一放電加工液，以對一工件進行放電加工，該刀具係包括：一刀具本體；一刀具加工結構，該刀具加工結構係設置於該刀具本體的外部；以及一刀具主要內流道，該刀具主要內流道係於該刀具本體的內部延伸並貫穿該刀具本體，且該刀具主要內流道係具有一主要內流道螺旋結構；其中，該刀具本體可靠近該工件，以在該刀具本體與該工件之間形成一放電通道，讓該刀具加工結構可在該放電通道對該工件進行放電加工，其中，於該刀具加工結構對該工件進行放電加工會在該放電通道產生一加工屑渣；該刀具主要內流道係可引導該放電加工液的主要部分於其中流動；以及該主要內流道螺旋結構係可改變該放電加工液的主要部分的流動速度和流動方向，而使該放電加工液的主要部分在該刀具主要內流道中產生一主要內流道流場，以藉由該主要內流道流場形成驅動該加工屑渣離開該放電通道的流體。

【0005】 優選地，於本申請的刀具中，還具有一刀具外流道，該刀具外流道係設置於該刀具本體的外部，且該刀具外流道係具有一外流道導流結構，該外流道導流結構係具有一加工屑渣通道，該外流道導流結構係可改變該放電加工液的流動速度和流動方向，而使該放電加工液在該刀具外流道中產生一外流道流場，以藉由該外流道流場形成驅動該加工屑渣經由該加工屑渣通道離開該放電通道的流體，該加工屑渣通道係為凹設於該刀具本體的槽溝。

【0006】 優選地，於本申請的刀具中，還具有一刀具端部，該刀具端部係位於該刀具本體的一端，且該刀具本體係具有一刀具容許消耗部位，該刀具容許消耗部位係由該刀具端部向上延伸，該刀具容許消耗部位的直線長度為一刀

具容許損耗直線長度，該刀具加工結構係由該刀具端部向上延伸，而該刀具加工結構的直線長度為該刀具容許損耗直線長度，該主要內流道螺旋結構係由該刀具端部向上延伸，而該主要內流道螺旋結構的直線長度為一主要內流道螺旋結構直線長度，該主要內流道螺旋結構直線長度大於或等於該刀具容許損耗直線長度。

【0007】 優選地，於本申請的刀具中，該刀具主要內流道係具有一主要內流道本體、一主要內流道流入段與一主要內流道流出段，該主要內流道本體的兩端係分別連接該主要內流道流入段與該主要內流道流出段，使該放電加工液的主要部分可經由該主要內流道流入段流入該主要內流道本體，且使該放電加工液的主要部分可經由該主要內流道流出段流出該主要內流道本體，該主要內流道螺旋結構係位於該主要內流道流出段，該主要內流道流入段的截面面積係大於該主要內流道流出段的截面面積。

【0008】 優選地，於本申請的刀具中，該刀具還具有一刀具次要內流道，該刀具次要內流道係於該刀具本體的內部延伸並貫穿該刀具本體，且該刀具次要內流道係具有一次要內流道螺旋結構，該次要內流道螺旋結構係避開該主要內流道螺旋結構；該刀具次要內流道係可引導該放電加工液的次要部分於其中流動；以及該次要內流道螺旋結構係可改變該放電加工液的次要部分的流動速度和流動方向，而使該放電加工液的次要部分在該刀具次要內流道中產生一次要內流道流場，以藉由該次要內流道流場形成驅動該加工屑渣離開該放電通道的流體。

【0009】 優選地，於本申請的刀具中，還具有一刀具端部，該刀具端部係位於該刀具本體的一端，且該刀具本體係具有一刀具容許消耗部位，該刀具容

許消耗部位係由該刀具端部向上延伸，該刀具容許消耗部位的直線長度為一刀具容許損耗直線長度，該刀具加工結構係由該刀具端部向上延伸，而該刀具加工結構的直線長度為該刀具容許損耗直線長度，該刀具加工結構係由該刀具端部向上延伸，而該刀具加工結構的直線長度為該刀具容許損耗直線長度，該主要內流道螺旋結構與該次要內流道螺旋結構係由該刀具端部向上延伸，該主要內流道螺旋結構的直線長度為一主要內流道螺旋結構直線長度，該次要內流道螺旋結構的直線長度為一次要內流道螺旋結構直線長度，而該主要內流道螺旋結構直線長度與該次要內流道螺旋結構直線長度係大於或等於該刀具容許損耗直線長度。

【0010】 優選地，於本申請的刀具中，該刀具主要內流道係具有一主要內流道本體、一主要內流道流入段與一主要內流道流出段，該主要內流道本體的兩端係分別連接該主要內流道流入段與該主要內流道流出段，使該放電加工液的主要部分可經由該主要內流道流入段流入該主要內流道本體，且使該放電加工液的主要部分可經由該主要內流道流出段流出該主要內流道本體，該主要內流道螺旋結構係位於該主要內流道流出段，該主要內流道流入段的截面面積係大於該主要內流道流出段的截面面積；以及該刀具次要內流道係具有一次要內流道本體、一次要內流道流入段與一次要內流道流出段，該次要內流道本體的兩端係分別連接該次要內流道流入段與該次要內流道流出段，使該放電加工液的次要部分可經由該次要內流道流入段流入該次要內流道本體，且使該放電加工液的次要部分可經由該次要內流道流出段流出該次要內流道本體，該次要內流道螺旋結構係位於該次要內流道流出段，該次要內流道流入段的截面面積係大於該次要內流道流出段的截面面積。

【0011】 優選地，於本申請的刀具中，該主要內流道流入段與該次要內流道流入段係可連通，其中，該主要內流道流入段與該次要內流道流入段連通部位的截面面積總和係大於該主要內流道流出段與該次要內流道流出段的截面面積的總和。

【0012】 另外，本申請提供一種放電加工機台，該放電加工機台係可提供一放電加工液，而搭配請求項1所述的刀具以對一工件進行放電加工，該放電加工機台係包括：一加工主軸，該加工主軸係用於裝設該刀具，且該加工主軸可移動該刀具使該刀具本體靠近該工件，該加工主軸係具有一加工液注入構造與一轉動動力源；其中，該加工液注入構造係可將該放電加工液的主要部分注入該刀具主要內流道；以及該轉動動力源係可轉動該刀具，使該主要內流道螺旋結構隨著該刀具轉動，而改變該放電加工液的主要部分的流動速度和流動方向。

【0013】 此外，本申請提供一種刀具，該刀具係可於一放電加工機台上搭配一放電加工液，以對一工件進行放電加工，該刀具係包括：一刀具本體，該刀具本體係沿著一刀具軸線延伸；一刀具加工結構，該刀具加工結構係設置於該刀具本體的外部；以及一刀具主要內流道，該刀具主要內流道係於該刀具本體的內部延伸並貫穿該刀具本體，且該刀具主要內流道係具有一主要內流道直線延伸段與至少一主要內流道斜線延伸段，該主要內流道直線延伸段係連通該主要內流道斜線延伸段，該主要內流道直線延伸段的延伸方向係跟該刀具軸線的延伸方向平行，該主要內流道斜線延伸段的延伸方向係傾斜該刀具軸線的延伸方向；其中，該刀具本體可靠近該工件，以在該刀具本體與該工件之間形成一放電通道，讓該刀具加工結構可在該放電通道對該工件進行放電加工，其中，於該刀具加工結構對該工件進行放電加工會在該放電通道產生一加工屑渣；該

主要內流道直線延伸段係可引導該放電加工液的主要部分於其中流動；以及該主要內流道斜線延伸段係可改變該放電加工液的主要部分的流動速度和流動方向，而使該放電加工液的主要部分在該放電通道中產生一主要內流道流場，以藉由該主要內流道流場形成驅動該加工屑渣離開該放電通道的流體。

【0014】 優選地，於本申請的刀具中，該刀具還具有一刀具外流道，該刀具外流道係設置於該刀具本體的外部，且該刀具外流道係具有一外流道導流結構，該外流道導流結構係具有一加工屑渣通道，該外流道導流結構係可於該放電通道中改變該放電加工液的流動速度和流動方向，而使該放電加工液在該放電通道中產生一外流道流場，以藉由該外流道流場形成驅動該加工屑渣經由該加工屑渣通道離開該放電通道的流體，該加工屑渣通道係為凹設於該刀具本體的槽溝。

【0015】 優選地，於本申請的刀具中，該刀具還包括：一刀具次要內流道，該刀具次要內流道係於該刀具本體的內部延伸並貫穿該刀具本體，該刀具次要內流道係具有一次要內流道直線延伸段與至少一次要內流道斜線延伸段，該次要內流道斜線延伸段係避開該主要內流道斜線延伸段，且該次要內流道直線延伸段係連通該次要內流道斜線延伸段，該次要內流道直線延伸段的延伸方向係跟該刀具軸線的延伸方向平行，該次要內流道斜線延伸段的延伸方向係傾斜該刀具軸線的延伸方向；其中，該次要內流道直線延伸段係可引導該放電加工液的次要部分於其中流動；以及該次要內流道斜線延伸段係可改變該放電加工液的次要部分的流動速度和流動方向，而使該放電加工液的次要部分在該放電通道中產生一次要內流道流場，以藉由該次要內流道流場形成驅動該加工屑渣離開該放電通道的流體。

【0016】 另外，本申請提供一種放電加工機台，該放電加工機台係可提供一放電加工液，而搭配請求項10所述的刀具以對一工件進行放電加工，該放電加工機台係包括：一加工主軸，該加工主軸係用於裝設該刀具，且該加工主軸可移動該刀具使該刀具本體靠近該工件，該加工主軸係具有一加工液注入構造與一轉動動力源；其中，該加工液注入構造係可將該放電加工液的主要部分注入該刀具主要內流道；以及該轉動動力源係可轉動該刀具，使該主要內流道斜線延伸段隨著該刀具轉動，而改變該放電加工液的主要部分的流動速度和流動方向。

【0017】 相較於先前技術，本申請係提供一種放電加工機台及其刀具，所述放電加工機台係可對所述刀具提供放電加工液，以在放電通道中對工件進行放電加工，所述刀具係具有可引導放電加工液流動的內流道，所述內流道還可改變放電加工液的流動速度和流動方向，而使放電加工液可以側向沖刷排出放電通道中的加工屑渣，以帶動加工屑渣離開放電通道，進而避免加工屑渣堆積在放電通道中發生極間短路和異常放電，進而提高放電加工效率並使得工件的加工部位的粗糙度、形貌與尺寸精度符合預期，甚至還可延緩放電加工時刀具消耗的時間。

【圖式簡單說明】

【0018】 本申請圖式將結合以下實施例的描述，使本申請的特徵以及其他優點得到更清楚地理解。

【0019】 圖1，係本申請放電加工機台的使用狀態示意圖。

【0020】 圖2，係本申請刀具(含主要內流道及次要內流道)的使用狀態示意圖。

【0021】 圖3，係本申請刀具加工結構(含主要內流道及次要內流道)的結構示意圖。

【0022】 圖4，係本申請刀具(含主要內流道)的使用狀態示意圖。

【0023】 圖5，係本申請刀具加工結構(含主要內流道)的結構示意圖。

【0024】 圖6，係本申請刀具(含主要內流道)的結構示意圖。

【0025】 圖7，係本申請刀具(含主要內流道及刀具外流道)的結構示意圖。

【0026】 圖8，係本申請刀具(含主要內流道及次要內流道)的結構示意圖。

【0027】 圖9，係本申請刀具(含主要內流道、次要內流道及刀具外流道)的結構示意圖。

【實施方式】

【0028】 以下內容將搭配圖式，藉由特定的具體實施例說明本申請之技術內容，熟悉此技術之人士可由本說明書所揭示之內容輕易地了解本申請之其他優點與功效。本申請亦可藉由其他不同的具體實施例加以施行或應用。本說明書中的各項細節亦可基於不同觀點與應用，在不背離本申請之精神下，進行各種修飾與變更。尤其是，於圖式中各個元件的比例關係及相對位置僅具示範性用途，並非代表本申請實施的實際狀況。

【0029】 針對本申請技術揭露的實施例說明，請一併參閱圖1至圖9。

【0030】 於圖1所示的實施例中，本申請係提供一種放電加工機台2及其刀具1。該放電加工機台2係可提供一放電加工液L，而搭配該刀具1以對一工件3進

行放電加工。該放電加工機台2係包括一加工主軸21，該加工主軸21係用於裝設一刀具1，且可移動該刀具1使該刀具1靠近該工件3。

【0031】 如圖2至圖5所示，該刀具1係包括一刀具本體11、一刀具加工結構12、一刀具主要內流道13與一刀具端部15。該加工主軸21係具有一加工液注入構造211與一轉動動力源212。該加工液注入構造211係可將該放電加工液L的主要部分注入該刀具主要內流道13。該轉動動力源212係可轉動該刀具1，使該刀具1在轉動狀態下對工件3進行放電加工。

【0032】 該刀具加工結構12係設置於刀具本體11的外部。另外，該加工主軸21係可移動該刀具1使該刀具本體11靠近該工件3，以在該刀具本體11與該工件3之間形成一放電通道dc (discharge channel)，而讓該刀具加工結構12可在該放電通道dc對該工件3進行放電加工。該放電通道dc係位於該刀具端部15或該刀具1的側壁與該工件3之間的間隙。應說明的是，該刀具加工結構12對該工件3進行放電加工時會在該放電通道dc中產生加工屑渣。

【0033】 該刀具主要內流道13係於該刀具本體11的內部延伸並貫穿該刀具本體11，該刀具主要內流道13係可引導該放電加工液L的主要部分於其中流動。於上述實施例中，該刀具主要內流道13係具有一主要內流道螺旋結構131。當該刀具1轉動時，該主要內流道螺旋結構131可以隨著該刀具1轉動，而改變該放電加工液L的主要部分的流動速度和流動方向，使該放電加工液L的主要部分在該刀具主要內流道13中產生一主要內流道流場MIF(main internal flow field)，以藉由該主要內流道流場MIF形成驅動加工屑渣離開該放電通道dc的流體。應說明的是，所述驅動加工屑渣離開該放電通道dc的流體可以側向沖刷排出放電通道dc中的加工屑渣，進而提高該放電通道dc中加工屑渣的排渣效率，以解決加工屑

渣堆積在該放電通道dc中所衍生的技術課題。

【0034】 可選擇性地，該主要內流道螺旋結構131係為螺旋管路結構，且該主要內流道螺旋結構131的螺旋導程角的角度係大於等於20度但小於75度，而使該放電加工液L的主要部分可以上述螺旋導程角的角度側向沖刷放電通道dc，以側向沖刷排出放電通道dc中的加工屑渣，而避免該放電加工液L的主要部分在該放電通道dc中造成渦流區，進而提高該放電加工液L的主要部分在該放電通道dc中對於加工屑渣的排渣效率。

【0035】 該刀具端部15係位於該刀具本體11的一端，且該刀具本體11係具有一刀具容許消耗部位111，該刀具容許消耗部位111係為該刀具本體11在放電加工的過程中容許消耗的部位。該刀具容許消耗部位111係由該刀具端部15向上延伸，於上述實施例中，該刀具容許消耗部位111的直線長度為一刀具容許損耗直線長度L1。

【0036】 於上述實施例中，該刀具加工結構12係由該刀具端部15向上延伸，於上述實施例中，該刀具加工結構12的直線長度為該刀具容許損耗直線長度L1。該主要內流道螺旋結構131係由該刀具端部15向上延伸，於上述實施例中，該主要內流道螺旋結構131的直線長度為一主要內流道螺旋結構直線長度L2。應說明的是，該主要內流道螺旋結構直線長度L2係大於該刀具容許損耗直線長度L1，因此，即便修整裁切該刀具加工結構12以使該刀具端部15的形體符合放電加工的要求，該刀具主要內流道13中也能夠保有該主要內流道螺旋結構131。

【0037】 於圖7所示的實施例中，該刀具主要內流道13係具有一主要內流道直線延伸段135與至少一主要內流道斜線延伸段136。該主要內流道直線延伸

段135係連通該主要內流道斜線延伸段136。該主要內流道直線延伸段135的延伸方向係跟該刀具軸線A的延伸方向平行。該主要內流道斜線延伸段136的延伸方向係傾斜該刀具軸線A的延伸方向。

【0038】 應說明的是，該主要內流道直線延伸段135係可引導該放電加工液L的主要部分於其中朝向該主要內流道斜線延伸段136流動。當該刀具1轉動時，該主要內流道斜線延伸段136可以隨著該刀具1轉動，而改變該放電加工液L的主要部分的流動速度和流動方向，以使該放電加工液L的主要部分的流動速度和流動方向符合預期，讓該放電加工液L的主要部分沿著預定流動速度和流動方向側向沖刷該放電通道dc，而避免該放電加工液L的主要部分在該放電通道dc中造成渦流區，使該放電加工液L的主要部分在該刀具主要內流道13中產生一主要內流道流場MIF(main internal flow field)，以藉由該主要內流道流場MIF形成驅動加工屑渣離開該放電通道dc的流體。應說明的是，所述形成驅動加工屑渣離開該放電通道dc的流體可側向沖刷排出該放電通道dc中的加工屑渣，進而提高該放電通道dc中加工屑渣的排渣效率，以解決加工屑渣堆積在該放電通道dc中所衍生的技術課題。

【0039】 可選擇性地，該主要內流道斜線延伸段136的數量為多個，而可於該主要內流道斜線延伸段136隨著該刀具1轉動時，讓該放電加工液L的主要部分的流動速度和流動方向經由多次的改變，以使該放電加工液L的主要部分的流動速度和流動方向符合預期，讓該放電加工液L的主要部分沿著預定流動速度和流動方向側向沖刷放電通道dc。

【0040】 再者，於圖4所示的實施例中，該刀具主要內流道13係具有一主要內流道本體132、一主要內流道流入段133與一主要內流道流出段134。該主要

內流道本體132的兩端係分別連接該主要內流道流入段133與該主要內流道流出段134，使該放電加工液L的主要部分可經由該主要內流道流入段133流入該主要內流道本體132，且使該放電加工液L的主要部分可經由該主要內流道流出段134流出該主要內流道本體132。於上述實施例中，該主要內流道螺旋結構131係位於該主要內流道流出段134，該主要內流道流入段133的截面面積係大於該主要內流道流出段134的截面面積，使該放電加工液L的主要部分在該主要內流道流出段134的流速係大於該主要內流道流入段133的流速，使該放電加工液L的主要部分在離開該刀具主要內流道13後的流速，可以側向沖刷排出該放電通道dc中的加工屑渣，而避免該放電加工液L的主要部分在該放電通道dc中造成渦流區，進而提高該放電加工液L的主要部分在該放電通道dc中對於加工屑渣的排渣效率，而避免加工屑渣在該放電通道dc中發生極間短路和異常放電，進而提升放電加工效率且使該工件3的加工部位的粗糙度、形貌與尺寸精度符合預期，並解決放電加工時該刀具端部15鈍化消耗過快的問題。

【0041】 可選擇性地，該主要內流道螺旋結構131的截面面積係小於該刀具本體11的半徑尺寸，該主要內流道螺旋結構131的中心跟該刀具本體11的中心的距離尺寸係大於該主要內流道螺旋結構131的半徑尺寸，該主要內流道螺旋結構131的導程大於該主要內流道螺旋結構131的內徑，使該放電加工液L的主要部分在該主要內流道流出段134的流速符合預期，且使該刀具本體11的結構強度符合預期。

【0042】 於圖2至圖3所示的實施例中，該刀具1還具有一刀具次要內流道16，該刀具次要內流道16係於該刀具本體11的內部延伸並貫穿該刀具本體11，且該刀具次要內流道16係具有一次要內流道螺旋結構161，該次要內流道螺旋結

構161係避開該主要內流道螺旋結構131。

【0043】 該加工液注入構造211係可將該放電加工液L的次要部分注入該刀具次要內流道16。該刀具次要內流道16係可引導該放電加工液L的次要部分於其中流動。當該刀具1轉動時，該次要內流道螺旋結構161可以隨著該刀具1轉動，而改變該放電加工液L的次要部分的流動速度和流動方向，使該放電加工液L的次要部分在該刀具主要內流道13中產生一次要內流道流場SIF(secondary internal flow field)，以藉由該次要內流道流場SIF形成驅動加工屑渣離開該放電通道dc的流體。應說明的是，所述形成驅動加工屑渣離開該放電通道dc的流體可側向沖刷排出該放電通道dc中的加工屑渣，進而提高該放電通道dc中加工屑渣的排渣效率，以解決上述加工屑渣堆積在放電通道中所衍生的技術課題。

【0044】 可選擇性地，該次要內流道螺旋結構161係為螺旋管路結構，且該次要內流道螺旋結構161的螺旋導程角的角度係大於等於20度但小於75度，而使該放電加工液L的次要部分可以上述螺旋導程角的角度側向沖刷放電通道dc，以側向沖刷排出放電通道dc中的加工屑渣，而避免該放電加工液L的次要部分在放電通道dc中造成渦流區，進而提高該放電加工液L的次要部分在該放電通道dc中對於加工屑渣的排渣效率。

【0045】 應說明的是，於上述實施例中，該次要內流道螺旋結構161係由所述刀具端部15向上延伸，於上述實施例中，該次要內流道螺旋結構161的直線長度為次要內流道螺旋結構直線長度L3。應說明的是，該次要內流道螺旋結構直線長度L3大於該刀具容許損耗直線長度L1，因此，即便修整裁切該刀具加工結構12以使該刀具端部15的形體符合放電加工的要求，該刀具次要內流道16也能夠保有該次要內流道螺旋結構161。

【0046】 於圖6所示的實施例中，該刀具次要內流道16係具有一次要內流道直線延伸段165與至少一次要內流道斜線延伸段166。該次要內流道直線延伸段165係連通該次要內流道斜線延伸段166。該次要內流道直線延伸段165的延伸方向係跟該刀具軸線A的延伸方向平行。該次要內流道斜線延伸段166的延伸方向係傾斜該刀具軸線A的延伸方向。

【0047】 應說明的是，該次要內流道直線延伸段165係可選擇連通該主要內流道直線延伸段135，而引導該放電加工液L的次要部分於其中朝向該次要內流道斜線延伸段166流動。當該刀具1轉動時，該次要內流道斜線延伸段166可以隨著該刀具1轉動，而改變該放電加工液L的次要部分的流動速度和流動方向，以使該放電加工液L的次要部分的流動速度和流動方向符合預期，讓該放電加工液L的次要部分沿著預定流動速度和流動方向側向沖刷該放電通道dc，而避免該放電加工液L的次要部分在該放電通道dc中造成渦流區，使該放電加工液L的次要部分在該刀具次要內流道16中產生一次要內流道流場SIF(secondary internal flow field)，以藉由該次要內流道流場SIF形成驅動加工屑渣離開該放電通道dc的流體。應說明的是，所述驅動加工屑渣離開該放電通道dc的流體可側向沖刷排出該放電通道dc中的加工屑渣，進而提高該放電通道dc中加工屑渣的排渣效率，以解決加工屑渣堆積在該放電通道dc中所衍生的技術課題。

【0048】 可選擇性地，該次要內流道斜線延伸段166的數量為多個，而可於該次要內流道斜線延伸段166隨著該刀具1轉動時，讓該放電加工液L的次要部分的流動速度和流動方向經由多次的改變，以使該放電加工液L的次要部分的流動速度和流動方向符合預期，讓該放電加工液L的次要部分沿著預定流動速度和流動方向側向沖刷放電通道dc。

【0049】 再者，於圖2所示的實施例中，該刀具次要內流道16係具有一次要內流道本體162、一次要內流道流入段163與一次要內流道流出段164。該次要內流道本體162的兩端係分別連接該次要內流道流入段163與該次要內流道流出段164，使該放電加工液L的次要部分可經由該次要內流道流入段163流入該次要內流道本體162，且使該放電加工液L的次要部分可經由該次要內流道流出段164流出該次要內流道本體162。於上述實施例中，該次要內流道螺旋結構161係位於該次要內流道流出段164，該次要內流道流入段163的截面面積係大於該次要內流道流出段164的截面面積，使該放電加工液L的次要部分在該次要內流道流出段164的流速係大於該次要內流道流入段163的流速，使該放電加工液L的次要部分在離開該刀具次要內流道16後的流速，可以側向沖刷排出該放電通道dc中的加工屑渣，而避免該放電加工液L的次要部分在該放電通道dc中造成渦流區，進而提高該放電加工液L的次要部分在該放電通道dc中對於加工屑渣的排渣效率，而避免加工屑渣在該放電通道dc中發生極間短路和異常放電，進而提升放電加工效率且使該工件3的加工部位的粗糙度、形貌與尺寸精度符合預期，並解決放電加工時該刀具端部15鈍化消耗過快的問題。

【0050】 可選擇性地，該主要內流道流入段133與該次要內流道流入段163係可連通，其中，該主要內流道流入段133與該次要內流道流入段163連通部位的截面面積總和係大於該主要內流道流出段134與該次要內流道流出段164的截面面積的總和，使該放電加工液L在離開該刀具主要內流道13與該刀具次要內流道16後的流速，可以側向沖刷排出該放電通道dc中的加工屑渣。

【0051】 可選擇性地，該次要內流道螺旋結構161的截面面積係小於該刀具本體11的半徑尺寸，該次要內流道螺旋結構161的中心跟該刀具本體11的中心

的距離尺寸係大於該次要內流道螺旋結構161的半徑尺寸，該次要內流道螺旋結構161的導程大於該次要內流道螺旋結構161的內徑，使該放電加工液L的次要部分在該次要內流道流出段164的流速符合預期，且使該刀具本體11的結構強度符合預期。

【0052】 如圖1至圖5、圖7及圖9所示的實施例，該刀具1還具有一刀具外流道14，該刀具外流道14係設置於該刀具本體11的外部，且該刀具外流道14係具有一外流道導流結構141，該外流道導流結構141係例如為直槽導流結構、斜槽導流結構或螺旋導流結構。當該刀具1轉動時，該外流道導流結構141可以隨著該刀具1轉動而於該外流道導流結構141中引導該放電加工液L流動，進而於該外流道導流結構141中改變該放電加工液L的流動速度和流動方向，讓該放電加工液L在該放電通道dc中產生一外流道流場EF(external flow field)，以藉由該外流道流場EF形成驅動加工屑渣離開放電通道dc的流體，進而提高該放電通道dc中加工屑渣的排渣效率，而避免加工屑渣在該放電通道dc中發生極間短路和異常放電，進而提升放電加工效率且使該工件3的加工部位的粗糙度、形貌與尺寸精度符合預期，並解決放電加工時該刀具端部15鈍化消耗過快的問題。

【0053】 應說明的是，該外流道導流結構141係具有一加工屑渣通道1411，其中，該加工屑渣係可經由該加工屑渣通道1411離開該放電通道dc，而該加工屑渣通道1411係為凹設於該刀具本體11的槽溝。

【0054】 應說明的是，於本申請的實施例中，還可以省略前述部分構件，舉例而言，本申請所提供的刀具係包括：刀具本體、刀具加工結構以及刀具主要內流道。刀具加工結構係設置於刀具本體的外部。刀具主要內流道係於刀具本體的內部延伸並貫穿刀具本體，且刀具主要內流道係具有主要內流道螺旋結

構。刀具本體可靠近工件，以在刀具本體與工件之間形成放電通道，讓刀具加工結構可在放電通道對工件進行放電加工。於刀具加工結構對工件進行放電加工會在放電通道產生加工屑渣。刀具主要內流道係可引導放電加工液的主要部分於其中流動。主要內流道螺旋結構係可改變放電加工液的主要部分的流動速度和流動方向，而使放電加工液的主要部分在該放電通道中產生主要內流道流場，以藉由主要內流道流場帶動加工屑渣離開放電通道。

【0055】 另外，本申請所提供的刀具係包括：刀具本體、刀具加工結構以及刀具主要內流道。刀具本體係沿著刀具軸線延伸。刀具加工結構係設置於刀具本體的外部。刀具主要內流道係於刀具本體的內部延伸並貫穿刀具本體，且刀具主要內流道係具有主要內流道直線延伸段與至少一主要內流道斜線延伸段，主要內流道直線延伸段係連通主要內流道斜線延伸段，主要內流道直線延伸段的延伸方向係跟刀具軸線的延伸方向平行，主要內流道斜線延伸段的延伸方向係傾斜刀具軸線的延伸方向。刀具本體可靠近工件，以在刀具本體與工件之間形成放電通道，讓刀具加工結構可在放電通道對工件進行放電加工。於刀具加工結構對工件進行放電加工會在放電通道產生加工屑渣。主要內流道直線延伸段係可引導放電加工液的主要部分於其中流動。主要內流道斜線延伸段係可改變放電加工液的主要部分的流動速度和流動方向，而使放電加工液的主要部分在放電通道中產生主要內流道流場，以藉由主要內流道流場形成驅動加工屑渣離開放電通道的流體。

【0056】 另外，本申請所提供的放電加工機台係包括：加工主軸。加工主軸係用於裝設刀具，加工主軸可移動刀具使刀具本體靠近工件，加工主軸係具有加工液注入構造與轉動動力源。加工液注入構造係可將放電加工液的主要部

分注入刀具主要內流道。轉動動力源係可轉動刀具，使主要內流道螺旋結構隨著刀具轉動，而改變放電加工液的主要部分的流動速度和流動方向。

【0057】 此外，本申請所提供的放電加工機台係包括：加工主軸。加工主軸係用於裝設刀具，加工主軸可移動刀具使刀具本體靠近工件，加工主軸係具有加工液注入構造與轉動動力源。加工液注入構造係可將放電加工液的主要部分注入刀具主要內流道。轉動動力源係可轉動刀具，使主要內流道斜線延伸段隨著刀具轉動，而改變放電加工液的主要部分的流動速度和流動方向。

【0058】 綜上所述，本申請係提供一種放電加工機台及其刀具，所述放電加工機台係可對所述刀具提供放電加工液，以在放電通道中對工件進行放電加工，所述刀具係具有可引導放電加工液流動的內流道，所述內流道還可改變放電加工液的流動速度和流動方向，而使放電加工液可以側向沖刷排出放電通道中的加工屑渣，以帶動加工屑渣離開放電通道，進而避免加工屑渣堆積在放電通道中發生極間短路和異常放電，進而提高放電加工效率並使得工件的加工部位的粗糙度、形貌與尺寸精度符合預期，甚至還可延緩放電加工時刀具消耗的時間。

【0059】 上述實施例僅例示性說明本申請之原理及功效，而非用於限制本申請。任何熟習此項技術之人士均可在不違背本申請之精神及範疇下，對上述實施例進行修飾與改變。因此，本申請之權利保護範圍，應如本申請的申請專利範圍所列。

【符號說明】

【0060】

1	刀具
11	刀具本體
111	刀具容許消耗部位
12	刀具加工結構
13	刀具主要內流道
131	主要內流道螺旋結構
132	主要內流道本體
133	主要內流道流入段
134	主要內流道流出段
135	主要內流道直線延伸段
136	主要內流道斜線延伸段
14	刀具外流道
141	外流道導流結構
1411	加工屑渣通道
15	刀具端部
16	刀具次要內流道
161	次要內流道螺旋結構
162	次要內流道本體
163	次要內流道流入段
164	次要內流道流出段
165	次要內流道直線延伸段
166	次要內流道斜線延伸段

2	放電加工機台
21	加工主軸
211	加工液注入構造
212	轉動動力源
3	工件
L	放電加工液
dc	放電通道
MIF	主要內流道流場
SIF	次要內流道流場
EF	外流道流場
L1	刀具容許損耗直線長度
L2	主要內流道螺旋結構直線長度
L3	次要內流道螺旋結構直線長度
A	刀具軸線

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種刀具，該刀具係可於一放電加工機台上搭配一放電加工液，以對一工件進行放電加工，該刀具係包括：

一刀具本體；

一刀具加工結構，該刀具加工結構係設置於該刀具本體的外部；以及

一刀具主要內流道，該刀具主要內流道係於該刀具本體的內部延伸並貫穿該刀具本體，且該刀具主要內流道係具有一主要內流道螺旋結構；其中，

該刀具本體可靠近該工件，以在該刀具本體與該工件之間形成一放電通道，讓該刀具加工結構可在該放電通道對該工件進行放電加工，其中，於該刀具加工結構對該工件進行放電加工會在該放電通道產生一加工屑渣；

該刀具主要內流道係可引導該放電加工液的主要部分於其中流動；以及

該主要內流道螺旋結構係可改變該放電加工液的主要部分的流動速度和流動方向，而使該放電加工液的主要部分離開該刀具主要內流道的流動方向傾斜該刀具軸線的延伸方向，使該放電加工液的主要部分在該刀具主要內流道中產生一主要內流道流場，以藉由該主要內流道流場形成驅動該加工屑渣離開該放電通道的流體。

【請求項2】如請求項1所述之刀具，其中，還具有一刀具外流道，該刀具外流道係設置於該刀具本體的外部，且該刀具外流道係具有一外流道導流結構，該外流道導流結構係具有一加工屑渣通道，該外流道導流結構係可改變該放電加工液的流動速度和流動方向，而使該放電加工液在該刀具外流道中產生一外流道流場，以藉由該外流道流場形成驅動該加工屑渣經由該加工屑渣通道離開該放電通道的流體，該加工屑渣通道係為凹設於該刀具本體的槽溝。

【請求項3】如請求項1所述之刀具，其中，還具有一刀具端部，該刀具端部係位於該刀具本體的一端，且該刀具本體係具有一刀具容許消耗部位，該刀具容許消耗部位係由該刀具端部向上延伸，該刀具容許消耗部位的直線長度為一刀具容許損耗直線長度，該刀具加工結構係由該刀具端部向上延伸，而該刀具加工結構的直線長度為該刀具容許損耗直線長度，該主要內流道螺旋結構係由該刀具端部向上延伸，而該主要內流道螺旋結構的直線長度為一主要內流道螺旋結構直線長度，該主要內流道螺旋結構直線長度大於或等於該刀具容許損耗直線長度。

【請求項4】如請求項1所述之刀具，其中，該刀具主要內流道係具有一主要內流道本體、一主要內流道流入段與一主要內流道流出段，該主要內流道本體的兩端係分別連接該主要內流道流入段與該主要內流道流出段，使該放電加工液的主要部分可經由該主要內流道流入段流入該主要內流道本體，且使該放電加工液的主要部分可經由該主要內流道流出段流出該主要內流道本體，該主要內流道螺旋結構係位於該主要內流道流出段，該主要內流道流入段的截面面積係大於該主要內流道流出段的截面面積。

【請求項5】如請求項1所述之刀具，其中，該刀具還具有一刀具次要內流道，該刀具次要內流道係於該刀具本體的內部延伸並貫穿該刀具本體，且該刀具次要內流道係具有一次要內流道螺旋結構，該次要內流道螺旋結構係避開該主要內流道螺旋結構；

該刀具次要內流道係可引導該放電加工液的次要部分於其中流動；以及

該次要內流道螺旋結構係可改變該放電加工液的次要部分的流動速度和流動方向，而使該放電加工液的次要部分在該刀具次要內流道中產生一次要內流道流場，以藉由該次要內流道流場形成驅動該加工屑渣離開該放電通道的流體。

【請求項6】如請求項5所述之刀具，其中，還具有一刀具端部，該刀具端部係位於該刀具本體的一端，且該刀具本體係具有一刀具容許消耗部位，該刀具容許消耗部位係由該刀具端部向上延伸，該刀具容許消耗部位的直線長度為一刀具容許損耗直線長度，該刀具加工結構係由該刀具端部向上延伸，而該刀具加工結構的直線長度為該刀具容許損耗直線長度，該刀具加工結構係由該刀具端部向上延伸，而該刀具加工結構的直線長度為該刀具容許損耗直線長度，該主要內流道螺旋結構與該次要內流道螺旋結構係由該刀具端部向上延伸，該主要內流道螺旋結構的直線長度為一主要內流道螺旋結構直線長度，該次要內流道螺旋結構的直線長度為一次要內流道螺旋結構直線長度，而該主要內流道螺旋結構直線長度與該次要內流道螺旋結構直線長度係大於或等於該刀具容許損耗直線長度。

【請求項7】如請求項5所述之刀具，其中，該刀具主要內流道係具有一主要內流道本體、一主要內流道流入段與一主要內流道流出段，該主要內流道本體的兩端係分別連接該主要內流道流入段與該主要內流道流出段，使該放電加工液的主要部分可經由該主要內流道流入段流入該主要內流道本體，且使該放電加工液的主要部分可經由該主要內流道流出段流出該主要內流道本體，該主要內流道螺旋結構係位於該主要內流道流出段，該主要內流道流入段的截面面積係大於該主要內流道流出段的截面面積；以及該刀具次要內流道係具有一次要內流道本體、一次要內流道流入段與一次要內流道流出段，該次要內流道本體的

兩端係分別連接該次要內流道流入段與該次要內流道流出段，使該放電加工液的次要部分可經由該次要內流道流入段流入該次要內流道本體，且使該放電加工液的次要部分可經由該次要內流道流出段流出該次要內流道本體，該次要內流道螺旋結構係位於該次要內流道流出段，該次要內流道流入段的截面面積係大於該次要內流道流出段的截面面積。

【請求項8】如請求項7所述之刀具，其中，該主要內流道流入段與該次要內流道流入段係可連通，其中，該主要內流道流入段與該次要內流道流入段連通部位的截面面積總和係大於該主要內流道流出段與該次要內流道流出段的截面面積的總和。

【請求項9】一種放電加工機台，該放電加工機台係可提供一放電加工液，而搭配請求項1所述的刀具以對一工件進行放電加工，該放電加工機台係包括：

一加工主軸，該加工主軸係用於裝設該刀具，且該加工主軸可移動該刀具使該刀具本體靠近該工件，該加工主軸係具有一加工液注入構造與一轉動動力源；其中，

該加工液注入構造係可將該放電加工液的主要部分注入該刀具主要內流道；以及

該轉動動力源係可轉動該刀具，使該主要內流道螺旋結構隨著該刀具轉動，而改變該放電加工液的主要部分的流動速度和流動方向，使該放電加工液的主要部分離開該刀具的刀具主要內流道的流動方向傾斜該刀具軸線的延伸方向，使該放電加工液的主要部分在該刀具的刀具本體與該工件之間的放電通道中產生一主要內流道流場，以藉由該主要內流道流場形成驅動該放電通道中產生的加工屑渣離開該放電通道的流體。

【請求項10】一種刀具，該刀具係可於一放電加工機台上搭配一放電加工液，以對一工件進行放電加工，該刀具係包括：

一刀具本體，該刀具本體係沿著一刀具軸線延伸；

一刀具加工結構，該刀具加工結構係設置於該刀具本體的外部；以及

一刀具主要內流道，該刀具主要內流道係於該刀具本體的內部延伸並貫穿該刀具本體，且該刀具主要內流道係具有一主要內流道直線延伸段與至少一主要內流道斜線延伸段，該主要內流道直線延伸段係連通該主要內流道斜線延伸段，該主要內流道直線延伸段的延伸方向係跟該刀具軸線的延伸方向平行，該主要內流道斜線延伸段的延伸方向係傾斜該刀具軸線的延伸方向；其中，

該刀具本體可靠近該工件，以在該刀具本體與該工件之間形成一放電通道，讓該刀具加工結構可在該放電通道對該工件進行放電加工，其中，於該刀具加工結構對該工件進行放電加工會在該放電通道產生一加工屑渣；

該主要內流道直線延伸段係可引導該放電加工液的主要部分於其中流動；以及

該主要內流道斜線延伸段係可改變該放電加工液的主要部分的流動速度和流動方向，而使該放電加工液的主要部分離開該刀具主要內流道的流動方向傾斜該刀具軸線的延伸方向，使該放電加工液的主要部分在該放電通道中產生一主要內流道流場，以藉由該主要內流道流場形成驅動該加工屑渣離開該放電通道的流體。

【請求項11】如請求項10所述之刀具，其中，還具有一刀具外流道，該刀具外流道係設置於該刀具本體的外部，且該刀具外流道係具有一外流道導流結構，該外流道導流結構係具有一加工屑渣通道，該外流道導流結構係可於該放電通

道中改變該放電加工液的流動速度和流動方向，而使該放電加工液在該放電通道中產生一外流道流場，以藉由該外流道流場形成驅動該加工屑渣經由該加工屑渣通道離開該放電通道的流體，該加工屑渣通道係為凹設於該刀具本體的槽溝。

【請求項12】如請求項10所述之刀具，其中，該刀具還包括：一刀具次要內流道，該刀具次要內流道係於該刀具本體的內部延伸並貫穿該刀具本體，該刀具次要內流道係具有一次要內流道直線延伸段與至少一次要內流道斜線延伸段，該次要內流道斜線延伸段係避開該主要內流道斜線延伸段，且該次要內流道直線延伸段係連通該次要內流道斜線延伸段，該次要內流道直線延伸段的延伸方向係跟該刀具軸線的延伸方向平行，該次要內流道斜線延伸段的延伸方向係傾斜該刀具軸線的延伸方向；其中，

該次要內流道直線延伸段係可引導該放電加工液的次要部分於其中流動；以及

該次要內流道斜線延伸段係可改變該放電加工液的次要部分的流動速度和流動方向，而使該放電加工液的次要部分在該放電通道中產生一次要內流道流場，以藉由該次要內流道流場形成驅動該加工屑渣離開該放電通道的流體。

【請求項13】一種放電加工機台，該放電加工機台係可提供一放電加工液，而搭配請求項10所述的刀具以對一工件進行放電加工，該放電加工機台係包括：

一加工主軸，該加工主軸係用於裝設該刀具，且該加工主軸可移動該刀具使該刀具本體靠近該工件，該加工主軸係具有一加工液注入構造與一轉動動力源；其中，

該加工液注入構造係可將該放電加工液的主要部分注入該刀具主要內流道；以及

該轉動動力源係可轉動該刀具，使該主要內流道斜線延伸段隨著該刀具轉動，而改變該放電加工液的主要部分的流動速度和流動方向，使該放電加工液的主要部分離開該刀具的刀具主要內流道的流動方向傾斜該刀具軸線的延伸方向，使該放電加工液的主要部分在該刀具的刀具本體與該工件之間的放電通道中產生一主要內流道流場，以藉由該主要內流道流場形成驅動該放電通道中產生的加工屑渣離開該放電通道的流體。

【發明圖式】

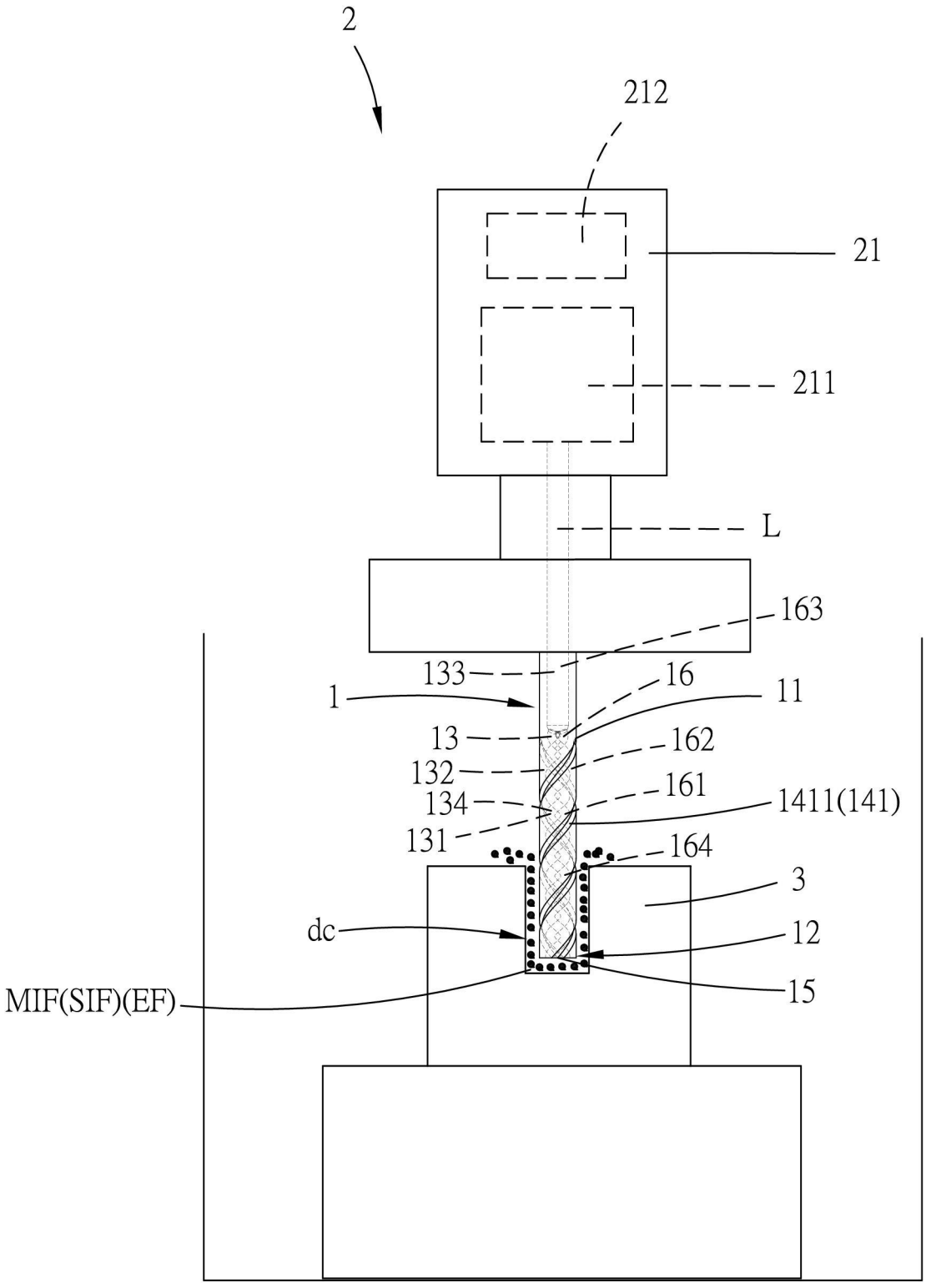
2
212
21
211
L
163
133
16
1
11
13
162
132
161
134
1411(141)
131
164
3
dc
12
15
MIF(SIF)(EF)

圖1

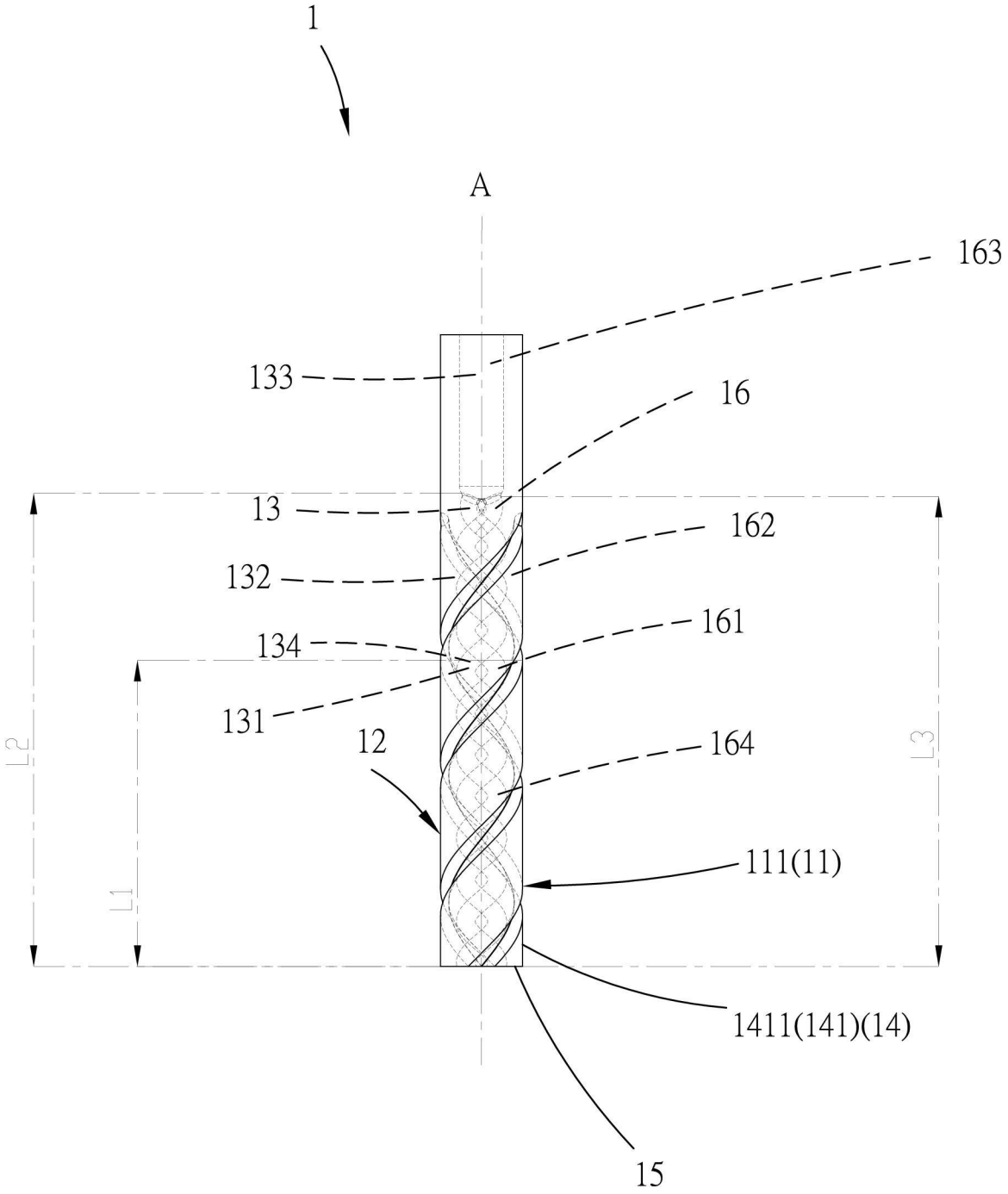
1
A
163
133
16
13
162
132
161
134
131
12
164
111(11)
1411(141)(14)
15
L1
L2
L3

圖2

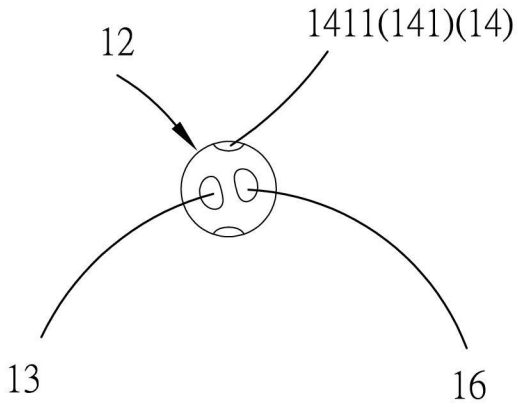

圖3

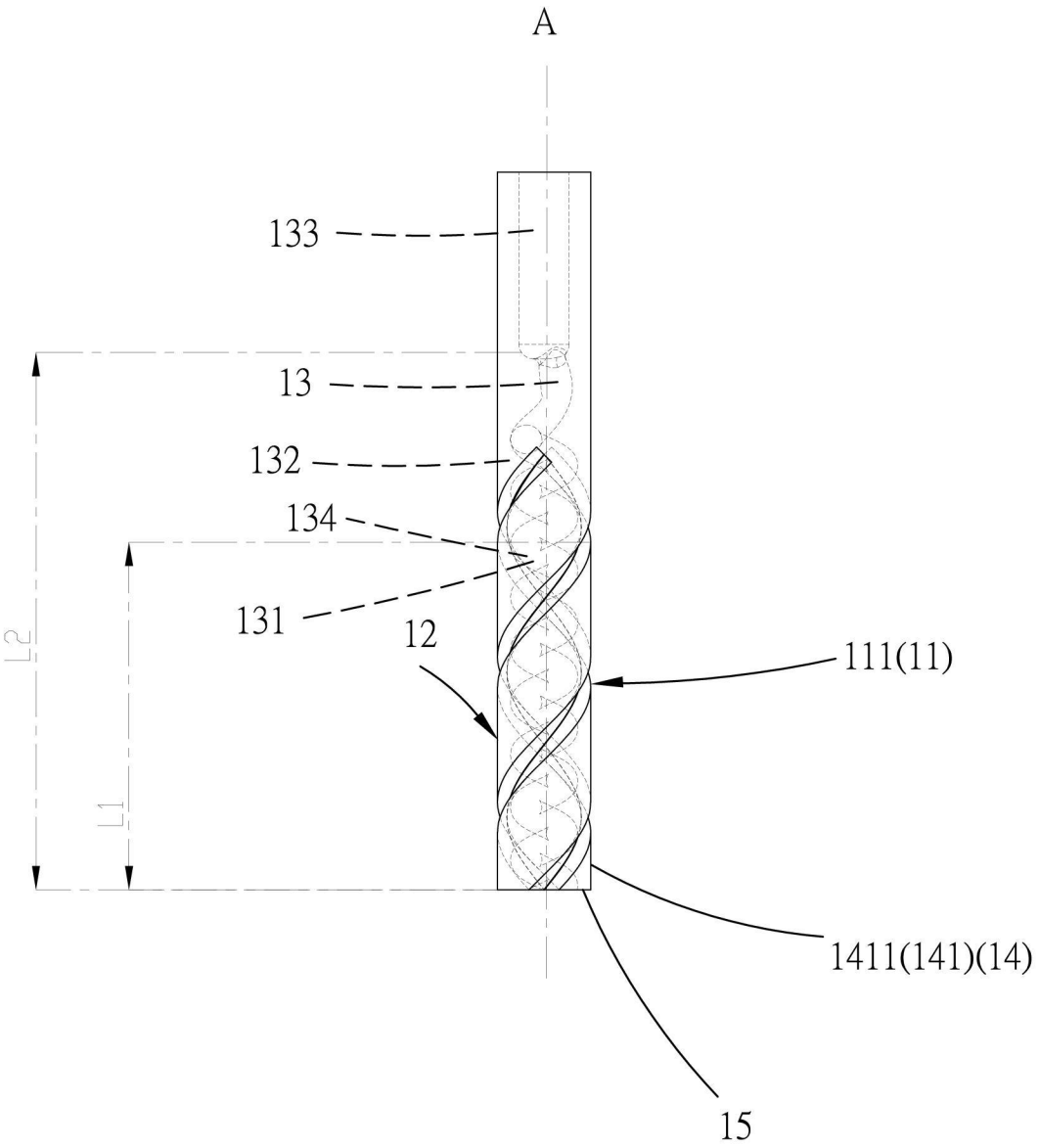

圖4

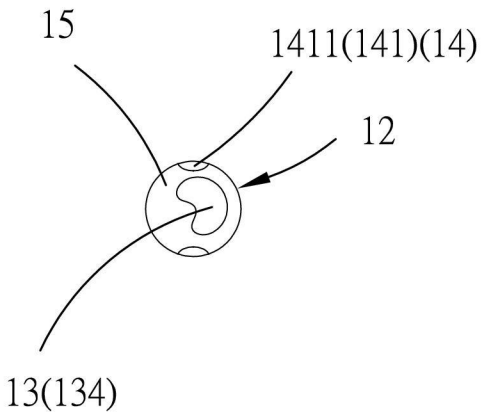

圖5

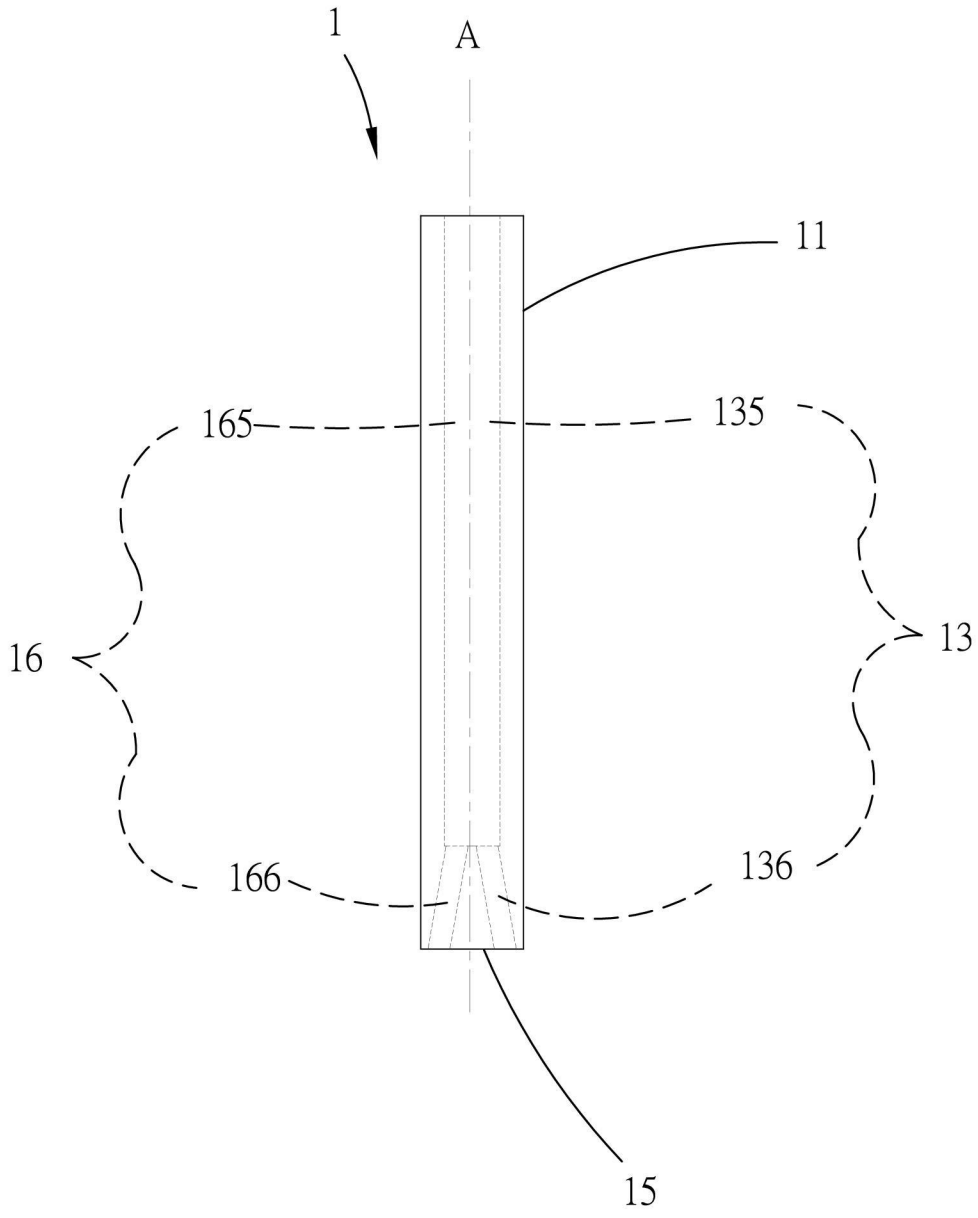

圖6

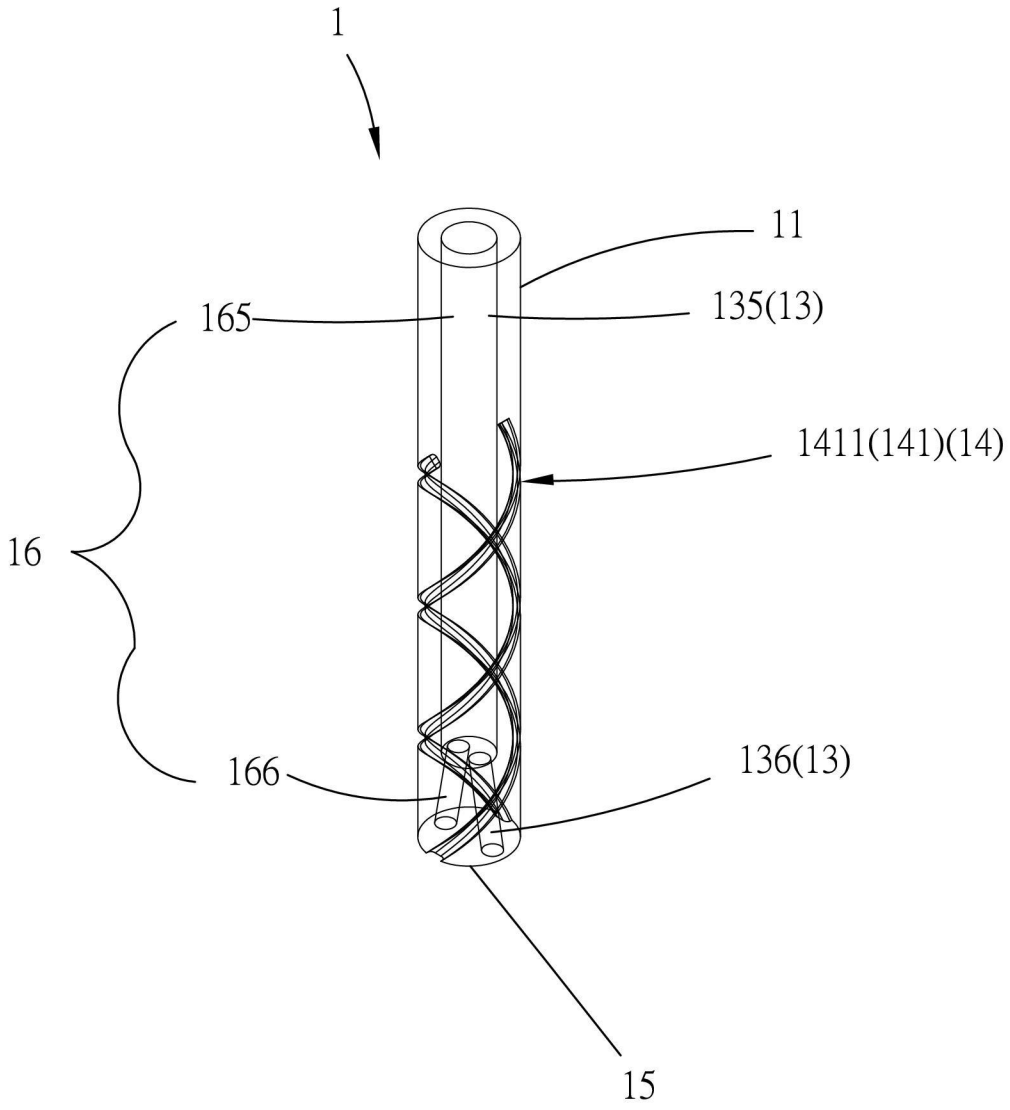

圖7

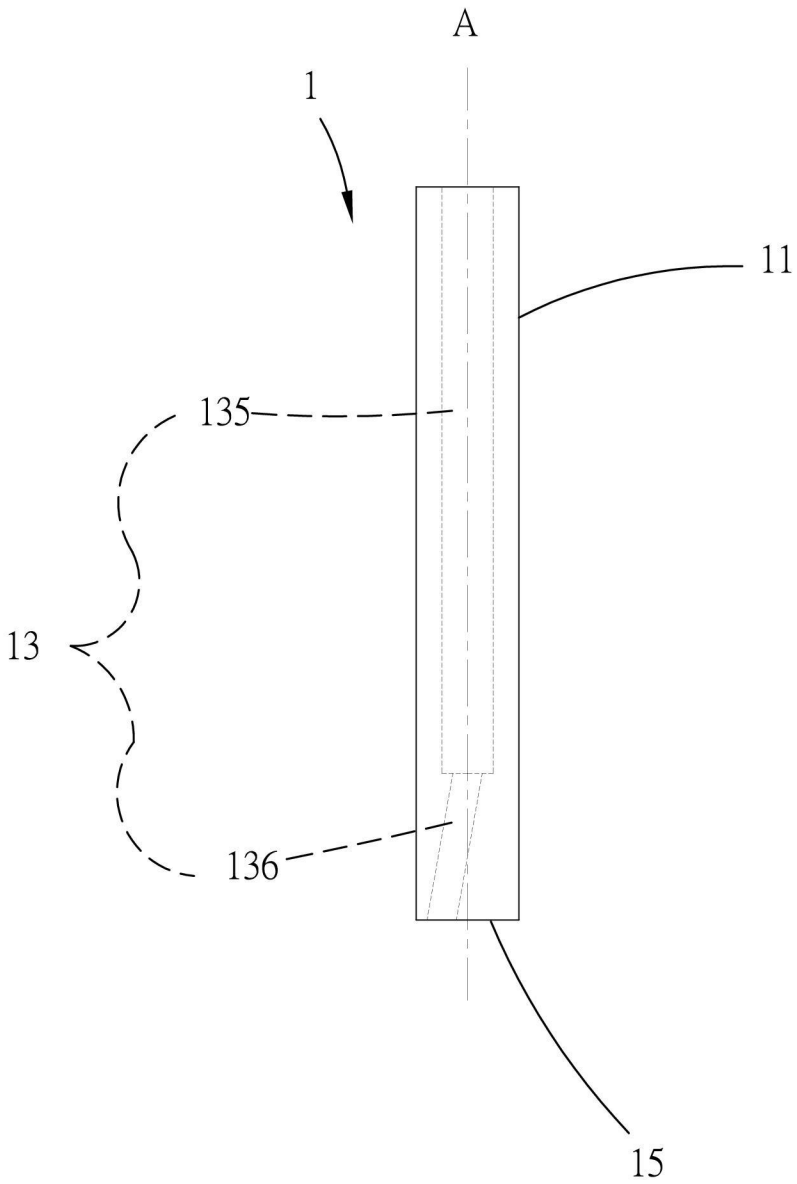

圖8

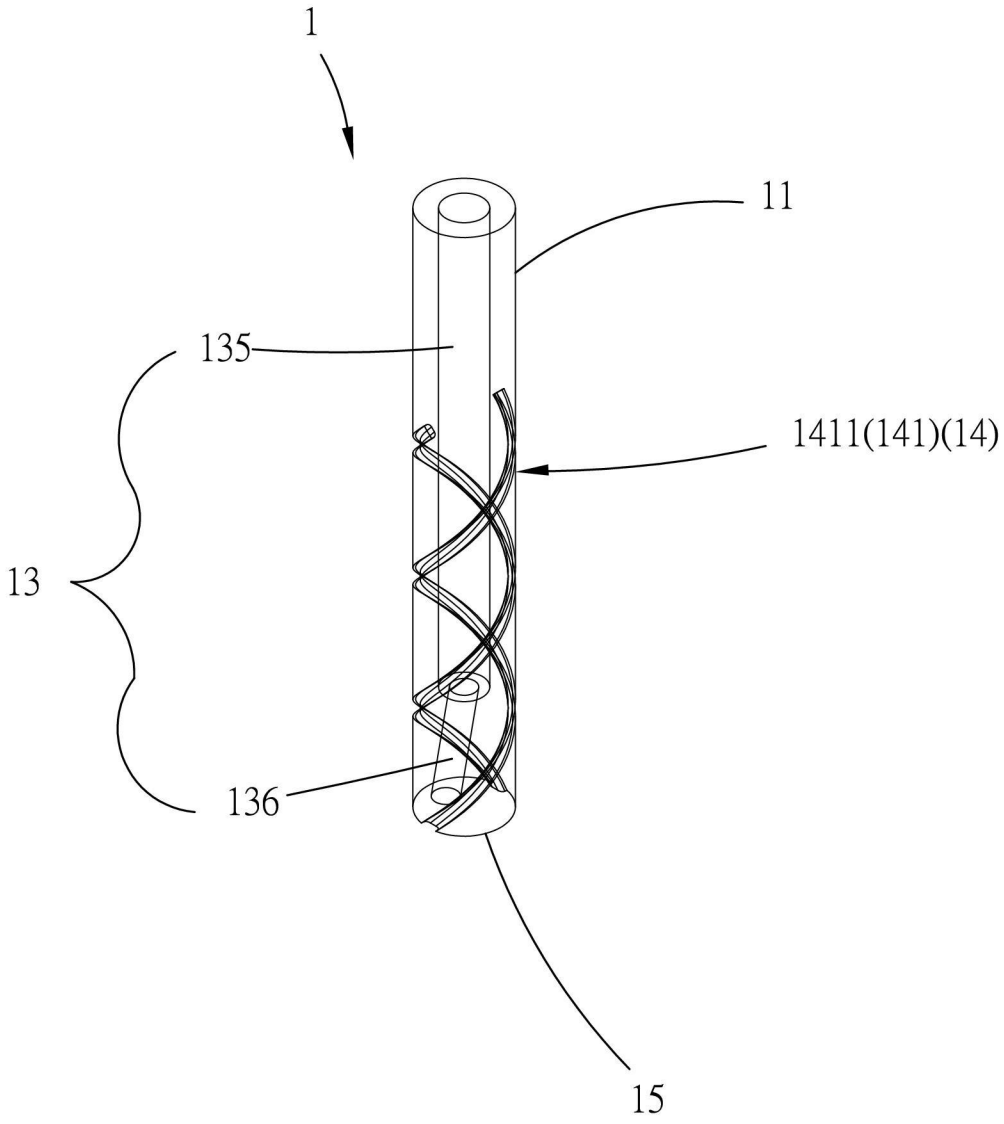

圖9