



(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 I606861 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 12 月 01 日

(21)申請案號：105131939

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 04 月 13 日

(51)Int. Cl. : **B01D53/32 (2006.01)**

(30)優先權：2011/04/14 英國 1106314.6

2012/03/29 英國 1205602.4

(71)申請人：愛德華有限公司 (英國) EDWARDS LIMITED (GB)

英國

(72)發明人：維洛寧 瑟吉 亞歷山卓維奇 VORONIN, SERGEY ALEXANDROVICH (RU)；克
雷門斯 克里斯多夫 CLEMENTS, CHRISTOPHER (GB)；瑪格瑞斯 丹尼爾 馬
丁 MCGRATH, DANIEL MARTIN (GB)；葛瑞 費瑟 GRAY, FRASER (GB)；希
利 安德魯 詹姆斯 SEELEY, ANDREW JAMES (GB)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW	200628214A	EP	0515975A2
US	4587397	US	4656330
US	5216221	US	2007/0262060A1
US	2008/0093346A1		

審查人員：顏政雄

申請專利範圍項數：7 項 圖式數：4 共 18 頁

(54)名稱

電漿炬

PLASMA TORCH

(57)摘要

本發明揭示一種經修改 DC 電漿炬，用以拉長有關 DC 電漿減量器件之服務週期，其具有：一導電陰極及一導電陽極，其等彼此相隔開以於其等之間形成一間隙；一金屬渦流套筒，其至少部分地位於該間隙內並包括經調適以在使用中允許一氣體流動通過該間隙之一通道；及一陶瓷元件，其介置於該陰極與該渦流套筒及該陽極與該渦流套筒之任意一者或多者之間。

To lengthen the service period on DC plasma abatement devices a modified DC plasma torch is provided with an electrically conductive cathode and an electrically conductive anode spaced apart from one another to form a gap therebetween; a metal swirl bush at least partially located within the gap and comprising a channel adapted to permit, in use, a gas to flow through the gap; and a ceramic element interposed between any one or more of: the cathode and the swirl bush; and the anode and the swirl bush.

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 10 . . . DC 電漿炬
- 12 . . . 陰極配置
- 14 . . . 陽極配置
- 16 . . . 管道
- 18 . . . 內截錐表面部分
- 20 . . . 喉部
- 22 . . . 向外漸狹長截錐部分
- 24 . . . 電漿形成區域
- 26 . . . 陰極本體
- 28 . . . 主要本體
- 30 . . . 大體平坦下面
- 32 . . . 按鈕陰極
- 34 . . . 電漿
- 40 . . . 渦流套筒
- 52 . . . 陶瓷電中斷元件
- 54 . . . 環形凹口
- 56 . . . 徑向最外表面輪廓/陶瓷電中斷元件
- 58 . . . 徑向最內表面
- 60 . . . 凹槽
- 70 . . . 渦流套筒
- 72 . . . 陶瓷表面塗層
- 74 . . . 大塊金屬
- 76 . . . 向內生長層部分
- 78 . . . 金屬表面
- 80 . . . 向外生長層部分

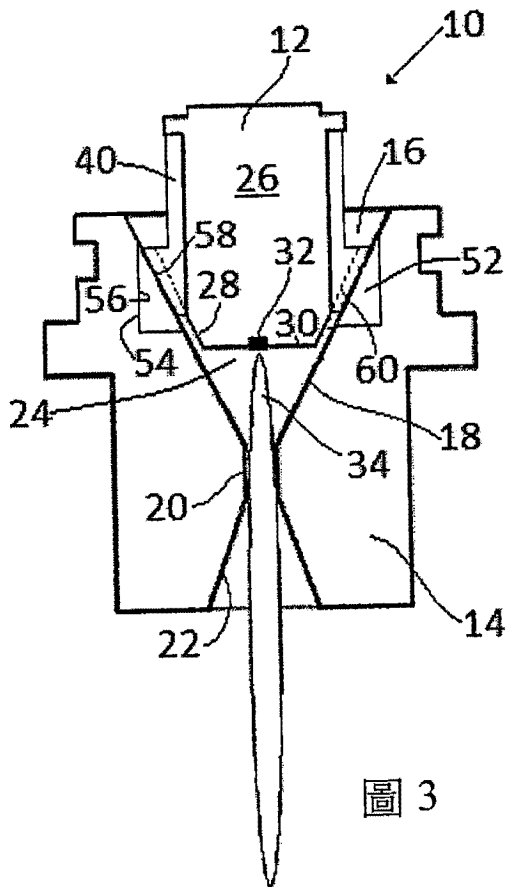


圖 3

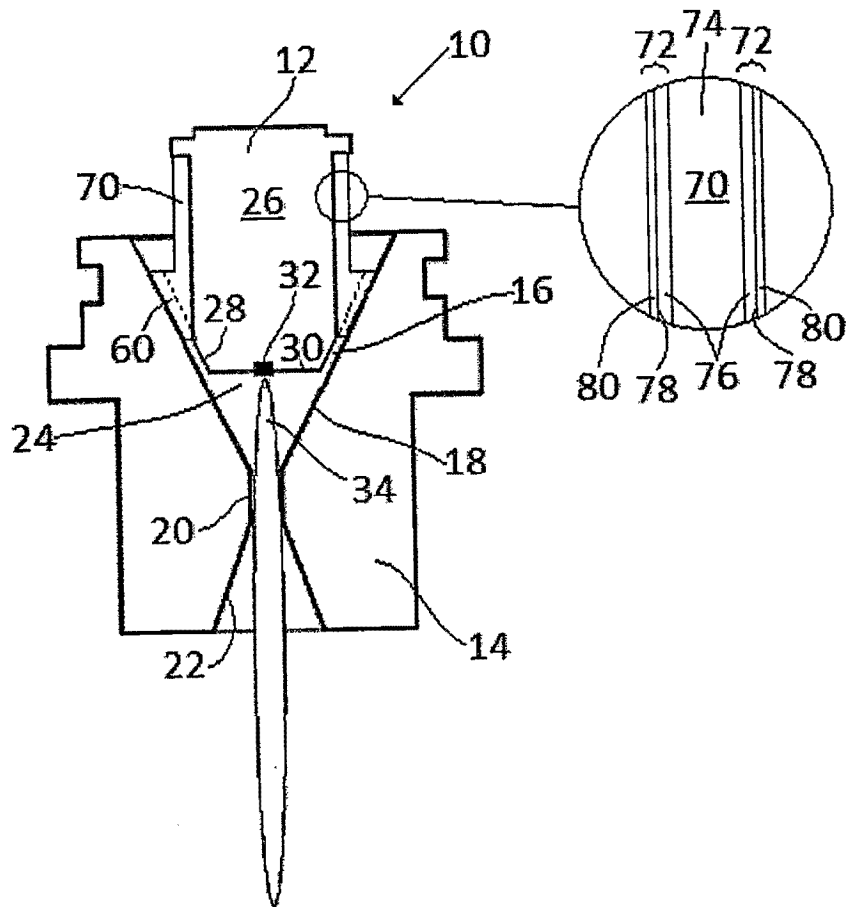


圖 4

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】

電漿炬

PLASMA TORCH

【技術領域】

本發明係關於一種電漿炬。本發明尋求減量來自處理之廢氣(諸如來自半導體工業之廢氣)之特定使用。

【先前技術】

防止或限制將從工業處理排放之危險氣體發出至大氣係現今科學領域及工業領域兩者之一大重點。尤其半導體工業(其中處理氣體之使用係固有無效率)已設定其自身目標以減少從加工廠排至大氣中之氣體量。期望銷毀之化合物之實例係來自蝕刻處理之化合物，諸如氟、 SF_6 、 NF_3 或全氟碳化物(CF_4 、 C_2F_6 等等)。

從一廢氣流中銷毀或減量不需要氣體之一方法使用一電漿減量器件。當不容易使用正常用於藉由燃燒之減量之燃料氣體時，電漿尤其有用；例如，如EP1773474中描述。

用於減量器件之電漿可以各種方式形成。可將微波電漿減量系統連接至若干處理腔之排放口。然而，各器件需要可將可觀成本添加至一系統之其自身微波發生器。DC電漿炬減量器件比微波電漿器件更有利之處在於可由一單一電力DC電源操作複數個炬。

圖1中以橫截面示意性顯示一已知DC電漿炬之一實例。炬10包括部分巢套於一大體管狀陽極14之一上游開口內之一大體圓柱陰極12。一環形空間16提供於陰極12與陽極14之間，諸如氬氣或氦氣之一電漿源氣體(圖中未顯示)可流動通過該環形空間16。

陰極12及視情況陽極14電連接至一電源(圖中未顯示)，該電源可經組態以將一DC電壓施加於陰極12與陽極14之間或將一AC電壓施加至陰極12或陽極14之任一者或兩者。所需電壓之量值及頻率大體係藉由參考其他處理參數(諸如廢氣或電漿源氣體種類及流動速率、陰極-陽極間隔、氣體溫度等等)而判定及選擇。無論如何，一適當電壓轄域係導致氣體電離並藉此形成一電漿之一原因。

在圖1之所繪示之先前技術實例中，應注意管狀陽極14之內在幾何形狀包括(從上游端(顯示於圖式中之最上)至下游端(顯示於圖式中之最下))通向一實質上平行側喉部部分20之一第一向內漸狹長截錐部分18，其通向一向外漸狹長截錐部分22。此幾何形狀之效應係加速並壓縮進入氣體以於陰極12之緊接下游之一區域中產生相對高速、相對壓縮氣體之一小區域24。

陰極12包括通向一倒角自由端部分28之一大體圓柱本體部分26，該倒角自由端部分28之外部幾何形狀實質上匹配陽極14之向內漸狹長截錐部分18之內部幾何形狀。陰極12之本體部分26係由通常水冷卻之一高導電性金屬(諸如銅)製造。在陰極12之大體平坦下面30之中心處提供有一軸向突起按鈕類型陰極32，其提供一優先放電部位。此係藉由為按鈕32選擇不同於該陰極配置之主要本體28之一材料(即，使得陰極本體28係由具有比按鈕陰極32之熱離子材料之導熱性及功函數更高之一導熱性及功函數之一導電金屬形成)而實現。例如，常使用一銅陰極體28及一鈹按鈕32。陽極14可由類似於陰極12之主要本體部分28(例如，銅)之一材料形成。

應注意按鈕陰極32安置於相對高速、相對壓縮氣體之區域24中。此一配置之效應係產生用於該電漿源氣體當在一相對壓縮、高速狀態(即，適用於一電漿34之形成)時優先放電之一區域。因此電漿34在緊接陰極12下方之區域中係有核的並經由喉部20以一噴射離開並隨後在

陽極14之向外漸狹長截錐部分22中擴展及減速。

在圖1之電漿炬之操作中，該電漿源或饋送氣體(即，一可適度電離惰性氣體，諸如氮氣、氧氣、空氣或氬氣)係經由一入口歧管(圖中未顯示)輸送至環形空間16。為初始化或啟動該電漿炬，首先必須於該熱離子按鈕陰極與該陽極之間產生一引示電弧。此係藉由一高頻率、高電壓信號而達成，該信號可由與用於炬10之電源相關聯之一發生器提供(圖中未顯示)。陰極配置之銅本體26與鉛按鈕32之間之導熱性差別意指該陰極溫度將更高及電子優先從按鈕32發出。因此，當先前提及之信號提供於電極12與14之間時，流入電漿形成區域24中之電漿源氣體中誘發一火花放電。該火花於陽極14與陰極12之間形成一電流路徑；接著該電漿由陽極14與陰極12之間之一受控直流電流維持。穿過出口喉部20之電漿源氣體產生電離源氣體之一高動量電漿火光。

在大多數情況下，電漿火光將不穩定並導致陽極侵蝕，因此需要藉由於電極12、14之間產生該入口電漿氣體之一螺旋流動或漩渦而穩定。

產生漩渦或氣體渦流之一方法係藉由使用包括一渦流套筒元件之一陰極配置。圖2中顯示此類型之已知配置之一實例。出於簡化，圖1及圖2中出現之相同特徵中已給出相同參考符號並將不再次描述。

如圖2中所示之陰極配置12實質上與圖1中所示之陰極配置相同，除其額外地包括一環形渦流套筒40之外。渦流套筒40係由置於陰極12與陽極14之間之一大體管狀元件形成。雖然從圖式中不可辨別，但渦流套筒40包括複數個非線性(即，部分螺旋)凹槽或輪葉，其等形成用於該氣體之子流之非軸向流動通道。

渦流套筒40之外表面係經形成以與陽極配置14之向內漸狹長截錐表面部分之一部分協作。渦流套筒40之外表面實質上匹配截錐陽極之協作部分18之內部壁角度並於其表面進一步包括角度凹槽，其等形成

用於導引電漿源氣體之流動之管道。角度凹槽亦可(或代替)形成於截錐陽極之協作部分18之表面中。

輪葉或凹口之效應導致氣體之分離子流沿螺旋軌道流動藉此於相對高速、相對壓縮氣體之區域24(個別氣體子流收斂之處)中產生一漩渦。在氣體經由炬10之喉部20離開時之氣體動量之轉動分量導致電漿噴射34自身穩定。

為使炬10起作用，陰極12及陽極14必須彼此電隔離。同樣地，置於陰極12及陽極14兩者之間且與陰極12及陽極14兩者接觸之任何元件必須電絕緣。在此情況下，渦流套筒40係由一介電材料(諸如PTFE)製造，其於兩電極12、14之間作為一電絕緣體之功能並亦略抗藉由高反應電漿離子(諸如在減量全氟碳化物(若其等穿過此區域)期間產生之原子氟)之化學腐蝕。

先前提及之電漿減量器件10之組件需要連續操作多個小時。然而，已發現由PTFE形成之渦流套筒在電漿炬10內由高溫條件快速降級。因此，必須頻繁取代其等以確保該器件之可靠性並防止隨後損壞該炬之其他組件，諸如該陽極。藉由冷卻該陰極配置可能限制熱之效應，但此添加該器件之運行成本。

因金屬大體抗形成於一DC電漿器件中之電漿類型之高溫條件，可認為該渦流套筒可由金屬製成以延長其工作壽命。然而，因為其亦為一導體，所以一金屬渦流套筒必須因此與該陽極電絕緣以防止該陽極與該渦流套筒之間汲取電流。如上文所討論，由於在高溫下其操作壽命短，所以不可能使用PTFE將該渦流套筒與該陽極絕緣。

空氣亦為一良好的絕緣體且所以一金屬渦流套筒可簡單地與該陽極相隔。然而，使用一空氣間隙降低該渦流套筒產生一漩渦之能力，這是因為該電漿源氣體之一部分將通行至該電漿形成區域中且不沿該渦流套筒之管道輸送。此外，該電弧可能會自金屬渦流套筒啟動從而

隨時間推移將其銷毀。特定而言，一金屬渦流套筒必須極其精確且均勻地與該陽極相隔以防止該渦流套筒較靠近該陽極之部分處(而非該按鈕陰極處)優先發生發弧。

【發明內容】

本發明之目的包括：提供一替代DC電漿炬；提供一改良式DC電漿炬；及/或解決上文概述之問題之一者或多者。

根據本發明之一第一態樣提供一DC電漿炬，其包括：一導電陰極及一導電陽極，其等彼此相隔開以於其等之間形成一間隙；一金屬渦流套筒，其至少部分地位於該間隙內並包括經調適以在使用中允許一氣體流動通過該間隙之一通道；及一陶瓷元件，其置於該陰極與該渦流套筒及該陽極與該渦流套筒之任意一者或多者之間。

已發現相比於先前提及之運用PTFE之配置，藉由使用一金屬渦流套筒及藉由將該陽極/陰極與該金屬渦流套筒隔絕，可大大延伸組件之操作壽命。

在本發明之一第一較佳實施例中，陶瓷元件包括該渦流套筒之一陶瓷塗層。一陶瓷塗層之主要優點在於可減少零件數量(即，不一定需要一單獨絕緣體)且易於製造(因為陶瓷塗層相對易於施加)。

最佳地，陶瓷元件係由一電絕緣氧化物(例如，藉由金屬渦流套筒之表面之氧化)形成。

陶瓷塗層(若提供)可包括從金屬之標稱表面向內延伸之一向內生長部分以改良氧化物至下伏金屬之黏著。額外地或替代地，陶瓷塗層可包括從該金屬之標稱表面向外延伸之一向外生長部分。氧化物之向內生長及向外生長部分可具有不同機械、化學或拓撲性質。

陶瓷塗層可經由金屬渦流套筒之金屬之電漿電解氧化(PEO)而形成。最佳地，陶瓷塗層係經由Keronite處理而形成，此產生高品質、硬性、密集、耐用、幾何穩定、耐磨及/或電絕緣氧化物塗層。

在此處理中，由一金屬或合金(諸如鋁)形成之一渦流套筒懸浮於液體電解質之一池中並經受一電流，此導致在金屬渦流套筒之表面上形成火花。該等火花氧化金屬之表面形成一陶瓷Keronite層。

該處理自我調節以形成一均勻厚度Keronite層；甚至沿諸如渦流套筒之凹槽之複雜表面形成。該層之厚度取決於處理時間。每分鐘可於一鎂物體之表面上形成高達4微米。

額外地或替代地，可使用置於陰極與渦流套筒及/或陽極與渦流套筒之間之一分離陶瓷絕緣元件實現陰極及陽極之電隔離。

此等配置皆允許陰極配置精確且一致定位於陽極配置內，這是因為一金屬渦流套筒及陶瓷電中斷係由相對剛性之材料形成。由此，該兩協作陽極及陰極元件可抵靠彼此緊密靜置。此可防止移動並移除於陽極與陰極配置之間精確(手動)設定一空氣間隙之要求。

另外，藉由由金屬形成渦流套筒使其更耐電漿中形成之熱及因此需要明顯較少冷卻(若有)以保護該渦流套筒。

用於分離陶瓷元件之一較佳陶瓷材料包括一硼矽酸玻璃基質中之含氟金雲母。

陰極較佳包括一大體圓柱本體部分及陽極較佳包括一大體管狀部分(或反之亦然)。藉由將陰極至少部分地巢套於陽極內(或反之亦然)，一環形間隙可形成於陰極與陽極之間以接收渦流套筒。

大體管狀部分之內部幾何形狀可包括一第一向內漸狹長截錐部分以壓縮及/或加速進入之電漿源氣體。第一向內漸狹長截錐部分較佳通向一第二實質上平行側喉部部分在使用中於用於電漿之間隙及一出口孔隙內形成相對高氣壓之一區域。

若使用一分離陶瓷插入物，則第一向內漸狹長截錐部分可包括用於接收分離陶瓷插入物之一大體平行側凹口。在此一情形下，分離陶瓷插入物較佳包括具有實質上在形狀及尺寸上與平行側凹口對應之一

外表面及實質上對應於渦流套筒之外表面之一錐形內表面之一環形環。

實質上平行側喉部部分可通向一第三向外漸狹長截錐部分於電漿炬之下游提供一擴展/減速區。

陰極之大體圓柱本體部分較佳包括由具有比大體圓柱本體部分之導熱性及功函數更低之一導熱性及功函數之一材料形成之一按鈕類型電極。按鈕電極(若提供)可由一熱離子材料(諸如，鈹)形成及大體圓柱本體部分可由銅製造。

● 渦流套筒之至少一通道可經調適以將一轉動(螺旋)分量給與至流動通過炬之電漿源氣體之動量。

本發明之一第二態樣提供一DC電漿炬配置，其包括一陰極本體、一按鈕陰極及一金屬渦流套筒；一陽極配置，其包括一喉部及一收斂內表面；其中該渦流套筒與陽極之內收斂表面之一部分協作以在一電漿源氣體通行於陰極與陽極配置之間時產生一漩渦；及其中陽極之內表面之協作部分係由一陶瓷電中斷形成。

本發明之其他較佳及/或可選態樣界定於隨附申請專利範圍中。

● 【圖式簡單說明】

圖1係通過一第一已知DC電漿炬之一示意性縱向剖面；

圖2係通過一第二已知DC電漿炬之一示意性縱向剖面；

圖3係通過根據本發明之第二態樣之一DC電漿炬之一示意性縱向剖面；及

圖4係通過根據本發明之第一態樣之一DC電漿炬之一示意性縱向剖面。

【實施方式】

為可很好地理解本發明，現將參考附圖描述藉由實例給出之本發明之實施例。

圖3及圖4類似於先前描述之圖1及圖2。因此，已藉由相同參考符號識別相同特徵且下文不會重複各相同特徵之描述。

在圖3中，如先前關於圖1及圖2之已知炬描述，DC電漿炬10包括一陰極配置12及一陽極配置14。如圖3中顯示之本發明與圖1及圖2中顯示之先前技術之炬之間之主要差別在於渦流套筒40係由金屬製造之事實。為使渦流套筒40與相鄰陰極12及陽極14絕緣已提供一環形陶瓷插入物(陶瓷電中斷)50。渦流套筒元件40係由可在大於200℃之溫度下存在之一導電金屬或合金(諸如銅、不鏽鋼或鎢)形成。該渦流套筒可為緊密地接合於陰極12本體26並與其電接觸之一單獨元件。替代地，其可為整體的並由與陰極12本體26相同之材料形成。若該渦流套筒由一單獨元件形成(如此實例中顯示)，其可回適於現有DC電漿減量系統，諸如圖2中繪示之系統。陽極配置14包括一管狀本體部分(通常由銅形成)，該陽極配置進一步包括一喉部部分20；一內截錐表面部分18，其朝向喉部20收斂並終止於喉部20處；及一陶瓷電中斷元件52。該收斂表面之錐形係經設計以穩定電漿源氣流並將該電漿火光引導朝向喉部20。

陶瓷電中斷元件52係由可從市場上購得、廉價且容易機械使用之陶瓷(諸如高度耐熱及電絕緣之一硼矽酸玻璃基質中之一含氟金雲母(亦被稱為由康寧國際製成之MACOR[®]))形成。

當組裝時，陰極配置12定位於銅陽極14內且與銅陽極14同心。陽極14及陰極12彼此相隔以於其等之間提供一管道16。

陶瓷係有用材料但因其等之易碎性而難以形成複雜形狀且為昂貴材料。雖然其可被認為係製作渦流套筒之一良好材料，但是如此做之成本通常過於昂貴。因此，一陶瓷材料係經使用而形成一相對簡單形狀。在此實例中，陶瓷材料係形成為可很容易由已知技術形成之一環形環。陽極14形成有一環形凹口54(在此情況下，呈一部分軸向盲孔

之形式)以接收陶瓷電中斷元件52。

陶瓷電中斷元件52具有匹配環形凹口54之輪廓之一徑向最外表面輪廓56及為金屬陽極14之內錐形表面18之一延續且與金屬陽極14之內錐形表面18齊平佈置之一徑向最內表面58。電中斷元件52係經定位以與渦流套筒40協作以形成一穩定電漿源氣體漩渦及(如圖中顯示)金屬渦流套筒40與陶瓷電中斷元件52接觸。陶瓷電中斷元件52可延伸於如圖3中顯示之渦流套筒之各軸向側上或至少延伸於其之下游軸向側上以確保金屬渦流套筒40與金屬陽極14之間不會發生發弧。

如指示，渦流套筒40係由金屬製成並因此可很容易地製造且耐高溫。然而，本配置允許陰極配置之渦流套筒元件40經定位以與陽極配置14之內錐形表面18接觸並於形成於渦流套筒40之外表面中之凹槽中形成螺旋管道(圖中未顯示)。在圖3中凹槽60係藉由虛線示意性指示。因此，螺旋凹槽係藉由陶瓷電中斷元件56部分形成。在此背景下，凹槽60之螺旋組態函蓋任何適合表面組態，一漩渦可藉由其形成於電漿形成區域24中。

在圖3之電漿炬操作中，一電漿源氣體係從一氣體供應源(圖中未顯示)穿過管道16。為初始化或啟動該電漿炬，首先必須於該熱離子按鈕陰極32與該陽極14之間產生一引示電弧。此係藉由一高頻率、高電壓信號而達成，該信號可由與用於炬之電源相關聯之發生器提供(圖中未顯示)。銅本體26與鉛按鈕類型陰極32之間之導熱性及功函數差別意指熱離子電子優先從按鈕類型陰極32發出。因此，當先前提及之信號提供於電極12與14之間時，流入電漿形成區域24中之電漿源氣體中誘發一火花放電。該火花於陽極14與陰極12之間形成一電流路徑；接著該電漿由陰極12與陽極14之間之一受控直流電流維持。穿過炬10之電漿源氣體產生電離源氣體之一高動量電漿火光34，其經由喉部20及發散噴嘴22離開炬10。形成於電漿形成區域24中之漩渦穩定電

漿羽34並減小陽極14之侵蝕。

現參考圖4，炬10在構造上類似於圖2之已知實例中顯示之炬，除在此情況下渦流套筒70係由一金屬而非一陶瓷材料製造。如從圖4之插圖(並不按比例)中可見，渦流套筒70包括藉由一電漿氧化處理(較佳Keronite處理)形成之上覆於底下之大塊金屬74之一陶瓷表面塗層72。Keronite處理較好地作用於金屬(諸如鋁)及其合金。熟習技術者應明白經受Keronite處理之原始渦流套筒材料必須同時適用於經受Keronite處理且在陰極及渦流套筒為整體之裝置中係適用於作為一陰極之材料。Keronite處理導致氧化物膜向內及外向生長藉此形成從標稱金屬表面78向內定位之一向內生長層部分76及從標稱金屬表面向外定位之一向外生長層部分80。向內生長層76及向外生長層80通常具有不同機械、化學及電性質，儘管該等層之至少一者將為一良好介電質藉此於渦流套筒70與陰極及陽極之任一者或兩者之間提供必要電絕緣。

在本發明之一第三態樣中提供包括一陶瓷層之一渦流套筒。

本發明並不侷限於上述實施例之細節，例如，各種元件之形狀及組態可隨構造之材料而改變。再者，在某些情況下可顛倒本文中所使用之術語陰極及陽極而不脫離本發明。

【符號說明】

10	DC電漿炬
12	陰極配置
14	陽極配置
16	管道
18	內截錐表面部分
20	喉部
22	向外漸狹長截錐部分

24	電漿形成區域
26	陰極本體
28	主要本體/倒角自由端部分
30	大體平坦下面
32	按鈕陰極
34	電漿
40	渦流套筒
52	陶瓷電中斷元件
54	環形凹口
56	徑向最外表面輪廓/陶瓷電中斷元件
58	徑向最內表面
60	凹槽
70	渦流套筒
72	陶瓷表面塗層
74	大塊金屬
76	向內生長層部分
78	金屬表面
80	向外生長層部分

發明摘要

公告本

※ 申請案號：105131939

※ 申請日：101.4.13

※IPC 分類：B01D 53/32 (2006.01)

【發明名稱】

電漿炬

PLASMA TORCH

【中文】

本發明揭示一種經修改DC電漿炬，用以拉長有關DC電漿減量器件之服務週期，其具有：一導電陰極及一導電陽極，其等彼此相隔開以於其等之間形成一間隙；一金屬渦流套筒，其至少部分地位於該間隙內並包括經調適以在使用中允許一氣體流動通過該間隙之一通道；及一陶瓷元件，其介置於該陰極與該渦流套筒及該陽極與該渦流套筒之任意一者或多者之間。

【英文】

To lengthen the service period on DC plasma abatement devices a modified DC plasma torch is provided with an electrically conductive cathode and an electrically conductive anode spaced apart from one another to form a gap therebetween; a metal swirl bush at least partially located within the gap and comprising a channel adapted to permit, in use, a gas to flow through the gap; and a ceramic element interposed between any one or more of: the cathode and the swirl bush; and the anode and the swirl bush.

申請專利範圍

1. 一種DC電漿炬，其包括：一導電陰極及一導電陽極，其等彼此相隔開以於其等之間形成一間隙；一金屬渦流套筒，其至少部分地位於該間隙內並包括經調適以在使用中允許一氣體流動通過該間隙之一通道；及一陶瓷元件，其介置於該陰極與該渦流套筒及該陽極與該渦流套筒之任意一者或多者之間；其中該陶瓷元件包括一分離陶瓷元件；該陰極及該陽極之一第一者包括一大體圓柱本體部分及該陰極及該陽極之該第二者包括一大體管狀部分；該陰極及該陽極之該第一者至少部分巢套於該陰極及該陽極之該第二者內並與該陰極及該陽極之該第二者相隔開；該大體管狀部分之內部幾何形狀包括通向一第二實質上平行側喉部部分之一第一向內漸狹長截錐部分；該第一向內漸狹長截錐部分包括用於接收該分離陶瓷插入物之一大體平行側凹口；及其中該分離陶瓷插入物包括一環形環，該環形環具有實質上在形狀及尺寸上與該平行側凹口對應之一外表面及實質上對應於該渦流套筒之外表面之一錐形內表面。
2. 如請求項1之DC電漿炬，其中該實質上平行側喉部部分通向一第三向外漸狹長截錐部分。
3. 如請求項1或2之DC電漿炬，其中該大體圓柱本體部分進一步包括一按鈕電極。
4. 如請求項3之DC電漿炬，其中該大體圓柱本體部分係由具有比該按鈕電極之一導熱性及功函數更高之導熱性及功函數之一金屬形成。
5. 如請求項3之DC電漿炬，其中該按鈕電極係由一熱離子材料形成。

6. 如請求項3之DC電漿炬，其中該大體圓柱本體部分包括銅及該按鈕電極包括鉛。
7. 如請求項1之DC電漿炬，其中該渦流套筒之至少一通道係經調適以將一轉動分量給與至流動通過該炬之該氣體之動量。

圖式

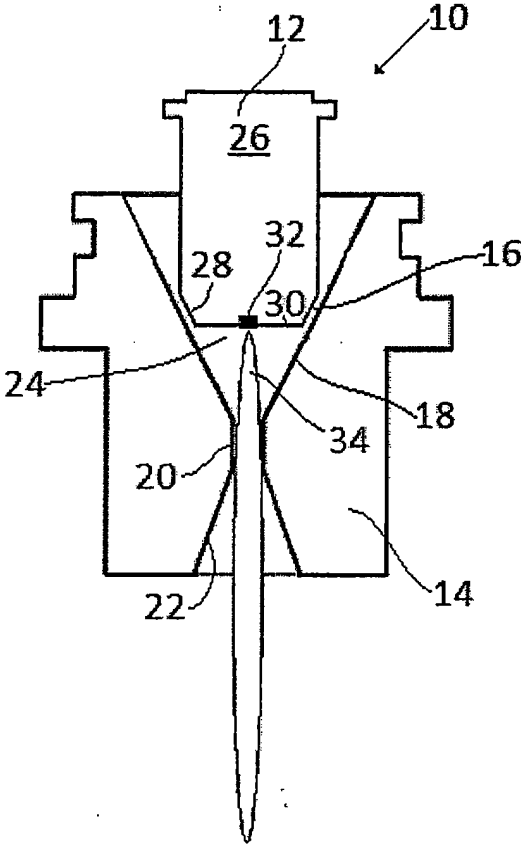


圖 1

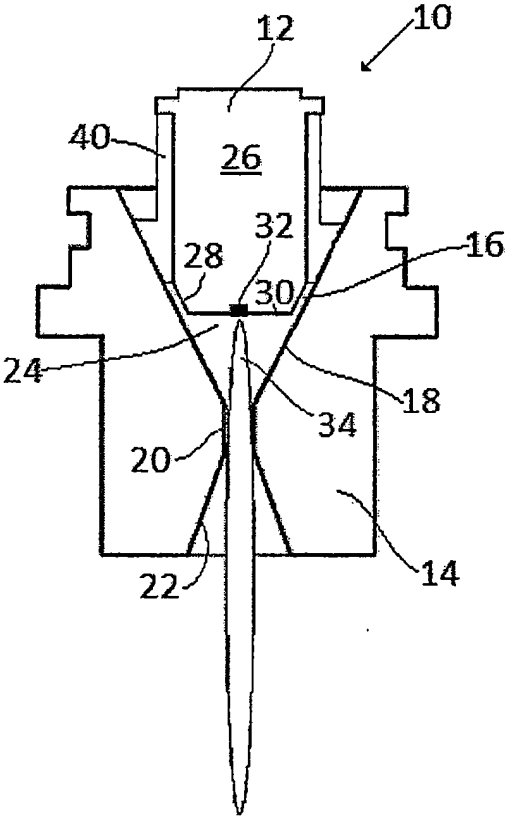


圖 2

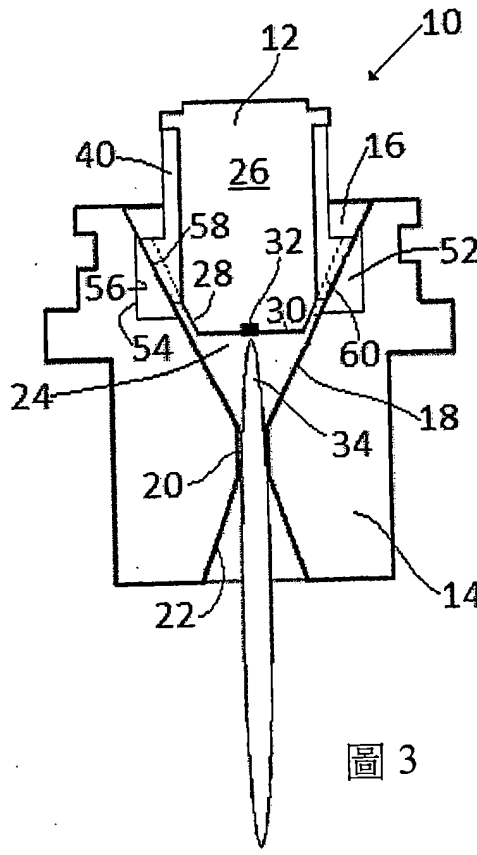


圖 3

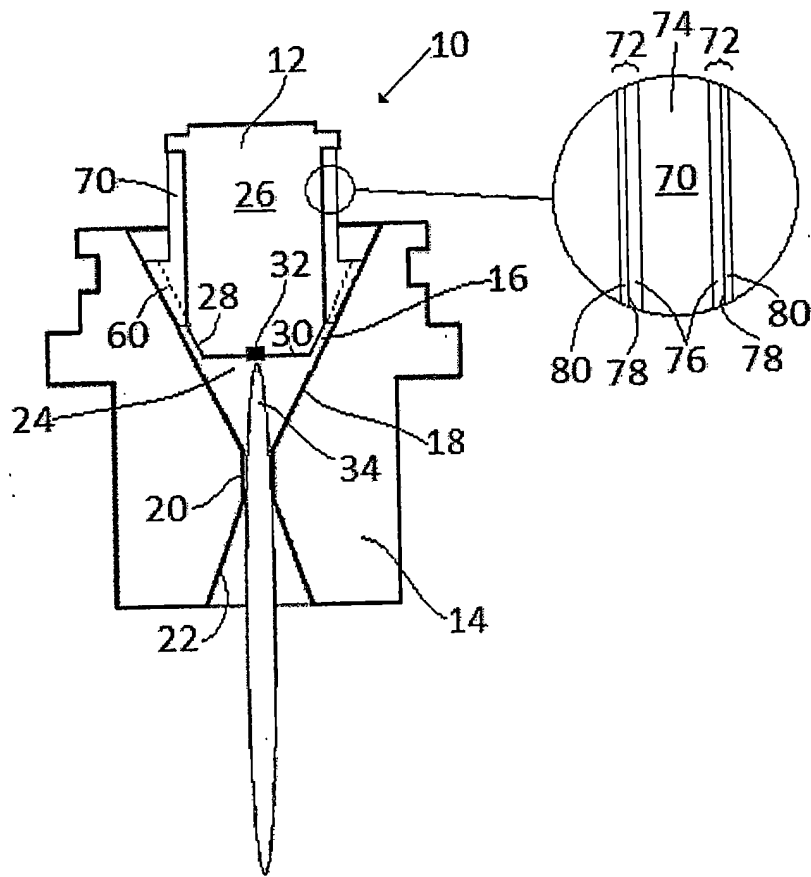


圖 4

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（3、4）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

10	DC電漿炬
12	陰極配置
14	陽極配置
16	管道
18	內截錐表面部分
20	喉部
22	向外漸狹長截錐部分
24	電漿形成區域
26	陰極本體
28	主要本體
30	大體平坦下面
32	按鈕陰極
34	電漿
40	渦流套筒
52	陶瓷電中斷元件
54	環形凹口
56	徑向最外表面輪廓/陶瓷電中斷元件
58	徑向最內表面
60	凹槽
70	渦流套筒
72	陶瓷表面塗層
74	大塊金屬
76	向內生長層部分

78 金屬表面

80 向外生長層部分

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

(無)