

發明專利說明書

200300195

(填寫本書件時請先行詳閱申請書後之申請須知，作※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號： 91132723 ※IPC分類： B23K 9/00 9/24

※ 申請日期： 91.11.6.

壹、發明名稱

(中文) 改良之自耗電極電弧焊接技術

(英文) IMPROVED CONSUMABLE ELECTRODE ARC WELDING

貳、發明人 (共 5 人)

發明人 1 (如發明人超過一人，請填說明書發明人續頁)

姓名：(中文) 湯瑪斯 W. 葛登

(英文) Thomas William Gordon

住居所地址：(中文) 澳洲南澳大利亞·卡普恩達·薩羅蒙街10號

(英文) 10 Solomon Street, Kapunda, South Australia 5373, Australia

國籍：(中文) 英國 (英文) UK

參、申請人 (共 2 人)

申請人 1 (如申請人超過一人，請填說明書申請人續頁)

姓名或名稱：(中文) 澳洲·國家科學及工業研究協會

(英文) Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation

住居所或營業所地址：(中文) 澳洲首府區·坎普貝爾市·萊姆史東道

(英文) Limestone Avenue, Campbell, Australian Capital Territory 2612, Australia

國籍：(中文) 澳洲 (英文) Australia

代表人：(中文) 約翰 H. 瓦克

(英文) John Herbert Walker

☒ 續發明人或申請人續頁 (發明人或申請人欄位不敷使用時，請註記並使用續頁)

發明人 2

姓名：(中文) 貝納德·畢德納茲

(英文) Bernard Bednarz

住居所地址：(中文) 澳洲南澳大利亞·歐托威·卡希歐皮巷 11 號

(英文) 11 Calthorpe Terrace, Ottoway, South Australia, Australia

國籍：(中文) 澳 洲 (英文) Australia

發明人 3

姓名：(中文) 馬克 K. 尼勒

(英文) Mark Kevin Neller

住居所地址：(中文) 澳洲南澳大利亞·亞伯頓·安葛斯街 35 號

(英文) 35 Angas Street, Alberton, South Australia, Australia

國籍：(中文) 澳 洲 (英文) Australia

發明人 4

姓名：(中文) 麥克 P. 范寧

(英文) Michael Peter Fanning

住居所地址：(中文) 澳洲南澳大利亞·摩亞納·貿易路 393 號

(英文) 393 Commercial Road, Moana, South Australia, Australia

國籍：(中文) 英 國 (英文) UK

發明人 5

姓名：(中文) 史利尼維薩拉歐·拉夏貝

(英文) Srinivasarao Lathabai

住居所地址：(中文) 澳洲南澳大利亞·歐克登·公園景道 47 號

(英文) 47 Parkview Drive, Oakden, South Australia, Australia

國籍：(中文) 澳 洲 (英文) Australia

申請人 2

姓名或名稱：(中文) 澳洲商・C R C 焊接結構有限公司

(英文) CRC for Welded Structures Limited

住居所或營業所地址：(中文) 澳洲新南威爾斯・沃隆葛・北牧場街

(英文) Illawarra Technology Centre, University of Wollongong, Northfields

Avenue, Wollongong, New South Wales 2522, Australia

國籍：(中文) 澳 洲 (英文) Australia

代表人：(中文) C. 席派費德

(英文) C. Chipperfield

捌、聲明事項

☐ 本案係符合專利法第二十條第一項第一款但書或第二款但書規定之期間，其日期為：_____

☐ 本案已向下列國家（地區）申請專利，申請日期及案號資料如下：

【格式請依：申請國家（地區）；申請日期；申請案號 順序註記】

1. _____
2. _____
3. _____

☒ 主張專利法第二十四條第一項優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；日期；案號 順序註記】

1. 澳洲； 2001, 11, 07; PR8721
2. 澳洲； 2002, 03, 19; PS1191
3. 澳洲； 2002, 07, 08; 2002950101
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____
9. _____
10. _____

☐ 主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

【格式請依：申請日；申請案號 順序註記】

1. _____
2. _____
3. _____

☐ 主張專利法第二十六條微生物：

☐ 國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

1. _____
2. _____
3. _____

☐ 國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

1. _____
2. _____
3. _____

☐ 熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

玖、發明說明

(發明說明應敘明：發明所屬之技術領域、先前技術、內容、實施方式及圖式簡單說明)

【發明所屬之技術領域】

發明領域

本發明係有關使用自耗性電極(自耗性焊條)操作之電
5 弧焊接設備的改良。

【先前技術】

發明背景

多種形式之使用自耗性電極(自耗性焊條)做電弧焊接
形式使用焊槍，焊槍有接觸尖端，該接觸尖端偶爾稱作為
10 接觸管或電接觸管或尖端。此等形式之焊接包括氣體金屬
電弧焊接(GMAW)偶爾稱作為金屬惰性氣體(MIG)焊接、
以及浸沒式電弧焊接(SAW)以及助焊劑芯電弧焊接(FCAW)
。

接觸尖端為供使用自耗性電極電弧焊接用之焊槍的關
15 鍵元件。接觸尖端的主要功能係讓電流可由焊接電源供應
器連續傳輸至包含該自耗性電極之導線或導條。接觸尖端
係由金屬製成，幾乎絕對係由銅或銅合金製成，原因在於
此種金屬之導電性及導熱性高。通常接觸尖端係由高純度
之硬拉伸銅製成或由合金製成，例如 Cu-2%Be、Cu-
20 0.5%Be以及適當Cu-Cr-Zr合金。

有關電弧焊接設備包括接觸尖端有相當廣泛的先前技
術，例如包括期刊文章例如：

「氣體金屬電弧焊接之導線進料速率之起伏」，作者
Yamada等人，焊接期刊，1987年9月，35至42頁；

玖、發明說明

「氣體金屬電弧焊接之接觸尖端使用壽命長之了解」
，作者 Villafuerte，焊接期刊，1999年9月，29至35頁；

「焊接物理學」作者 J.F. Lancaster，第二版，帕瑪金
(Permagen)出版社，1986年；

5 「先進焊接法」作者 J. Norrish，IOP出版社，1992年
；以及

「焊接之熱效應」，作者 D. Radaj，史賓基維拉
(Springer Verlag)，1992年。

其它專利參考文獻提供之範例包括 GB-2074069核發給
10 Folke等人(ESAB公司)；GB-2170133核發給Cooke(R.E庫克
父子公司(R.E. Cooke&Sons)(博頓)公司)；DE 4006138由
Lange提出申請；WO98/12011由Davis提出申請；以及下列
美國專利案說明書：

	1233434核發給Zuck	3597576核發給Bernard等人
15	2289938核發給Smith	3617688核發給Fogelstrom
	2379470核發給Baird	3676640核發給Bernard等人
	2428849核發給Kratz等人	3697721核發給Robba等人
	2666832核發給Landis等人	3716902核發給Pearce
	2679571核發給Chappel	3783233核發給dal Molin
20	2735920核發給Valliere	3825719核發給Jonsson
	2754395核發給Scheller等人	3878354核發給Frantzreb Sr.
	等人	
	2761049核發給McElrath等人	4258242核發給Fujimori等人
	2778910核發給Landis等人	4309590核發給Stol

玖、發明說明

	2810063核發給Brashear Jr.	4361747核發給Torrani
	2866079核發給Morler等人	4560858核發給Manning
	2903567核發給Piekarski等人	4575612核發給Prunier
	2957101核發給Barkley	4672163核發給Matsui等人
5	2965746核發給Cresswell	4937428核發給Yoshinaka等人
	3025387核發給Kinney	4947024核發給Anderson
	3089022核發給Kinney	5101093核發給Matsui等人
	3103576核發給Miller	5192852核發給Pike
	3309491核發給Jacobs	5278392核發給Takacs
10	3366774核發給Nuss等人	5288972核發給Wujek
	3469070核發給Bernard等人	5352523核發給Zurecki等人
	3470349核發給Sievers	5556562核發給Sorenson
	3488468核發給Carbone	5618456核發給Kim
	3514570核發給Bernard等人	5635091核發給Hori等人
15	3529128核發給Cruz Jr.	5721417核發給Craig
	3536888核發給Borneman	5726420核發給Lajoie
	3576423核發給Bernard等人	6093907核發給Hidaka
	3585352核發給Zvanut	6130407核發給Villafrute
	3590212核發給Corrigall等人	6429406核發給Sattler
20	3596049核發給Ogden	

影響GMAW的生產力之主要議題為熱輸入與沉積速率(因而導線之熔化速率)。熱輸入係與焊接電壓及電流成正比，而與焊炬相對於被焊接的工作件行進速度成反比。焊炬可維持穩定，工作件係相對於焊炬移動；工作件可維持

玖、發明說明

穩定，而焊炬係相對於工作件移動；或焊炬及工作件各自可移動但其間有相對移動。熱輸入影響沉積的焊接金屬及/或工作件毗鄰區段之焊接穿透、冷卻時間、焊接畸變及冶金性質。通常較佳對指定沉積速率而言將熱輸入減至最低。

用於焊炬之指定接觸尖端，可對用作為自耗性電極的導線之熔化速率建立理論上限，也對導線的熔化速率建立理論下限。其原理可參照對GMAW導線沉積速率已經確立的方程式詳細說明。前述Norrish文章提出導線熔化速率方程式。相對之代數表示式以下式表示：

$$W = aI + bLI^2$$

此處：

「W」為導線進料速率(通常以每分鐘之米數表示)，

「I」為焊接電流，以安培表示，

15 「a」為表示導線被電弧加熱係數，

「b」為導線之電阻加熱係數，以及

「L」為接受電阻加熱之導線相關長度。

參數「a」及「b」係依據導線直徑而定(當導線具有圓形截面時之導線直徑，或具有其它截面導線之相當直徑) 20 ，也係依據導線組成決定。此等參數可對各別自耗性電極由測量得之或公開之沉積速率或導線進料速度資料導出。

為求簡單，但未喪失使用上市之普遍性，假設焊接係在下手位置。大致上有兩種機轉負責熔化GMAW之自耗性導線。第一種機轉為藉導線末端與焊池頂面間建立的電弧

玖、發明說明

而加熱導線。式中，此種電弧相關機轉係以「 aI 」項表示。第二機轉係藉導線與接觸尖端電接觸後，電流於導線建立的導線電阻加熱，此種電阻相關機轉係以「 bLI^2 」項表示。

- 5 上示中參數「 L 」表示導線於接觸尖端有效接觸點與電弧頂端間之導線長度。此種導線長度與一般使用之參數 L 不同，一般使用之參數 L 係取超出接觸尖端出口端暴露之導線至焊接電弧頂端之導線長度。

- 有關電阻加熱，無法依靠於正常使用時對 L 之說明，
- 10 換言之電極的伸長或突出。導線適合於接觸尖端鏜孔的出口端，與接觸尖端作電接觸。此種情況下，該說明則對應上示說明，至少導線與接觸尖端間有單一接觸點。但有單一接觸點時，可能位在沿接觸尖端鏜孔的任何位置，由鏜孔的入口端至出口端。此外於焊接操作期間，接觸位置可
- 15 能在二極端之間改變，其它變化可能來自於沿鏜孔長度方向間歇至少出現兩個接觸點。通常鏜孔長度係大於電極延伸或突出長度，結果於連續兩次焊接操作之間以及指定焊接操作期間，接受電阻加熱之導線實際長度變異率超過
- 20 100%。換言之用於上示方程式之 L 值比較決定電極延伸或突出之 L 測量值之變異率超過100%。

 當接受電阻加熱之導線實際長度改變時，無論連續兩次焊接操作之間或單次焊接操作期間導線實際長度改變時，於指定導線進料率之要求焊接電流有相當大變化。結果瞬間熱輸入可能有相當大變化，對焊接效能造成不良影響。

玖、發明說明

前述導線熔化速率原理也適用於於大致恆定電壓條件下使用焊接電源供應器操作進行GMAW。為了控制藉電子裝置之小滴傳輸模式，脈衝電源供應器也用於GMAW。電流脈衝應用於加熱自耗性導線，誘使小滴的脫落。導線熔化速率與電流間之關係比上示方程式列舉之關係更複雜。雖言如此，導線熔化速率與預熱強度有強烈相依性，重要地需於尖端維持連續電流輸送區性能。

有關尖端性能之第二議題為導線通過尖端之饋送能力。小滴傳輸法相關處理時間之再現性，要求建立且維持均勻一致之導線饋送速度。本發明之目的之一係以導線饋送速度實質超過習知GMAW所可能達成之導線饋送速度，可靠地沉積焊接。饋送力必須儘可能符合實用地低，故施加於尖端之機械功減少。機械功會導致磨耗。磨耗造成電接觸區的問題，最終導致尖端故障以及焊接缺陷。

15 【發明內容】

發明概要

本發明意圖提供一種接觸尖端，其使用自耗性電極導線而對電接點獲得改良控制，結果對非脈衝式以及脈衝式電源供應器可於更穩定之操作條件下進行焊接。本發明可解決導線饋送以及連續電流輸送之基本物理議題，如此本發明可提升對GMAW所述寬廣多種焊接電源供應器效能。

根據本發明提供一種適合用於使用自耗性電極之電弧焊接之接觸尖端，其中該接觸尖端具有一本體，該本體界定一個鏜孔，電極可通過該鏜孔因而讓來自焊接電源供應

玖、發明說明

器的電流可由本體傳輸至電極。鏜孔介於入口端與出口端間之部分長度，本體有至少一區(後文稱作為一次接觸區)，本體於該區適合與電極做一次電接觸。順著鏜孔長度其餘部分，本體係設計適合讓沿其餘部分之本體與電極間之

5 二次接觸實質不會短路於鏜孔一次接觸區的一次電接觸。

一次接觸區可提供足夠焊接電源供應給電極用以有效焊接。鏜孔的一次接觸區(其中本體適合作一次接觸)最佳占鏜孔長度的小部分，例如少於該長度之約10%。小部分可能少於鏜孔長度之約5%。總而言之，一次接觸區長度

10 較佳不大於約5毫米，例如少於約3毫米。本發明有個特別重要之特點。由於一次接觸區比習知尖端小、也比先前技術裝置小，故饋送力低，導線通過尖端的路徑相對不受阻礙。如此讓導線與尖端間即使於相對高導線進料速度仍然可建立且維持連續電接觸。

15 鏜孔一次接觸區最佳係位於或接近於鏜孔入口端。就此方面而言，述及鏜孔意圖表示意圖做電接觸的通道，此係與引導入通道或鏜孔入口端之錐形導件不同，錐形導件係意圖用於將電極之前導端導引入通道或鏜孔內部。

雖然一次接觸區最佳係位於或接近於鏜孔入口端，但

20 該區可進一步沿著鏜孔。如此該區可介於鏜孔之入口端與出口端間，或於極端案例，該區可位於或接近於出口端。

一次接觸區位於或接近於鏜孔入口端之好處為有助於建立電極適當預熱長度 L 。但若該區係進一步沿鏜孔，則於至少某些情況下可達成充分適當之預熱長度 L 。最明顯

玖、發明說明

案例為焊炬設計用於特定接觸尖端。經由提供接觸尖端延長管，該延長管係供接觸尖端延伸超出出口端之外，可達成足夠適當之預熱長度。

可以多種不同方式作成一次電接觸。於第一方式，鏜孔係配置成自耗性導線電極通過鏜孔後，鋪於界定鏜孔一次接觸區的表面。鏜孔可配置成於鏜孔提供些微階級，位於較為接近接觸尖端入口端之一次接觸區末端，因而該區直徑略為縮小。帶有適當階級，發現電極可可靠地鋪於界定一次接觸區的表面因而建立一次電接觸。發現接觸不會產生電弧，且可維持經過一個焊接回合。一次接觸區之精密位置係依據階級維度以及導線之挺度以及曲率決定。

藉由對鏜孔提供一階所達成的一次電接觸，出乎意外地可獲得使用習知接觸尖端進行焊接的焊接特性。各例中電極導線與習知接觸尖端間有相對輕度滑動接觸。但使用習知接觸尖端，接觸數目及位置可改變，並無任何接觸提供穩定過載一次電接觸，因而不會發生電弧。相反地，於本發明之接觸尖端設置鏜孔，可達成穩定，接觸位置於縱向方向實質維持穩定。使用本發明之接觸尖端啟動時可能出現若干周邊滑動接觸，但很快地被電極埋入界定一次接觸區之表面所克服。

使用本發明之帶有如此配置鏜孔之接觸尖端以及使用習知接觸尖端，電極導線之曲率以及彈性顯然是造成導線與接觸尖端間接觸的主要因素。雖然無法使用習知尖端再現接觸，但可使用本發明之尖端再現接觸。但各例中可使

玖、發明說明

用導線於鏜孔內有類似之餘隙而建立所需接觸。換言之導線與鏜孔間之直徑差異對各案例皆類似，至少可建立所需接觸。如此於本發明之接觸尖端，提供於較為接近接觸尖端入口端之一次接觸區末端之階級約為習知接觸尖端用於指定電極導線之標準餘隙或公差之半。該階級可沿一次接觸區縮小鏜孔直徑由標準餘隙至小於標準餘隙，或由大於標準餘隙縮小成標準餘隙。如此對1.2毫米電極線而言，習知尖端有1.3毫米鏜孔直徑，獲得0.1毫米餘隙，本發明尖端帶有階級組態之鏜孔，該階級可沿一次接觸區將鏜孔直徑由1.3毫米縮小成沿主要接觸區直徑1.25毫米，或由1.35毫米縮小成沿該區直徑1.3毫米。如附圖指示，此處述及鏜孔與導線間之餘隙係相當於其直徑差。

鏜孔組態可能由接觸尖端之入口端略為反鏜孔。但至於替代之道，至少一個插入件界定鏜孔之一部分，該部分直徑與鏜孔毗鄰部分直徑不同而提供階級。各例中，階級較佳為實質均勻的環形形狀。該環形可界定環形肩部面向入口端，且實質垂直於鏜孔。另外階級可來自於環形斜切。

另一形式中，接觸尖端適合設置接觸裝置，讓接觸裝置與電極作一次電接觸，藉該接觸裝置電極與界定鏜孔的表面維持滑動接觸於鏜孔長度之一次接觸區內部之至少一個位置。於各個接觸位置之接觸裝置包含銷、柱塞、球、螺桿等，該接觸裝置係安裝於接觸尖端本體因而橫向凸入鏜孔內部。接觸裝置包含銷、柱塞、球等，可彈性偏斜，

玖、發明說明

因而凸入鏜孔內部。接觸裝置包含螺桿等時，接觸裝置可與本體作螺桿螺接，可旋轉因而沿軸向方向移動而凸入鏜孔內部。總而言之，接觸裝置包括一軸承墊，藉該軸承墊，銷、柱塞、螺桿等接觸電極。軸承襯墊可由耐磨材料製成，或較為柔軟的低摩擦力材料製成。軸承襯墊可為導電材料例如石墨或為電絕緣材料例如鐵氟龍。

當接觸尖端設置有接觸裝置時，較佳該接觸裝置可達成性質上可媲美配置鏜孔所達成之主要電接觸。換言之接觸裝置可造成導線與界定鏜孔一次接觸區之表面間之相對輕度滑動接觸。接觸裝置可避免導線夾緊成牢固接觸該表面，因此可達成高導線饋送速度，即使使用最細的導線也不會產生不當的摩擦與磨耗。替代提供非期望的夾緊，接觸裝置大致係定位導線與尖端間的接觸。如此根據本發明之接觸尖端適合用於GMAW導線直徑之全體直徑範圍，例如小至0.8毫米之導線，甚至小至0.6毫米之導線但略有困難。

使用本發明之接觸尖端可獲得多種不同配置，確保二次接觸(若有)不會造成一次電接觸的短路。第一配置中，接觸尖端係反鏜孔於其長度其餘部分故可實質免除二次接觸。換言之當接觸尖端鏜孔時，沿著一次接觸區有個截面只對預期使用尖端之電極提供小餘隙，沿長度其餘部分的鏜孔實質有較大截面。然後電極可於一次接觸區建立一次接觸，但無法於該區以外而與接觸尖端建立二次接觸。若有所需，接觸尖端可設置有導件，該導件輔助排除二次接

玖、發明說明

觸。如此例如一次接觸區係位於或接近於鏜孔入口端，尖端係由出口端自該區反鏜孔，接觸尖端可設置有絕緣端配件於其出口端，電極可通過該出口端。此種末端配件例如可為端帽，較佳有個開口係與鏜孔同軸，電極可延伸貫穿該鏜孔。末端配件輔助排除接觸尖端與電極間的二次接觸，也可將非期望之電極橫向移動減至最低。

於第二配置，電極可作二次接觸。換言之，無法排除電極於鏜孔的其餘部分接觸該接觸尖端。但於第二配置中，一次接觸區建立由接觸尖端至電極之較佳電流流徑，該流徑比較於二次接觸位置由尖端至電極之電流流徑為更佳。由較佳電流流徑可達成避免短路，而可維持實質恆定之電極預熱長度 L 。重要地，由於一次接觸區有簡短間隔可能形成開路，因此二次接觸也避免產生電弧。

接觸尖端可完全由導電材料製成。儘管如此，儘管於第二種配置可能有二次接觸，也可避免一次電接觸發生短路。原因在於一次接觸比二次接觸的單純滑動性質之接觸電阻較低，因而獲得較佳電流流徑。換言之經由配置鏜孔於一次接觸區入口端所得之一次接觸，或由設置於該區之接觸裝置所得之一次接觸，其特徵為接觸電阻比鏜孔其餘部分之滑動二次接觸所得之接觸電阻低。因此要求鏜孔其餘部分相當光滑，不含有任何降低接觸電阻的組態。

為了進一步提高於二次接觸的接觸電阻，鏜孔於一次接觸區以外的其餘接觸區可有較大直徑。當然鏜孔一次接觸區之其餘部分可由各別材料界定，界定其餘部分之材料

玖、發明說明

之電阻比界定一次區段之材料或電絕緣材料之導電性低。

雖言如此，唯有維持一次電接觸才可避免短路。因此較佳於鏜孔之一次接觸區內部，本體適合於至少二毗鄰位置之各別位置，因而做出一次電接觸，如同利用接觸裝置所可能達成的一次接觸。如此若於不可能喪失一次接觸的位置喪失一次接觸(若屬可能)，則將同時喪失各個位置的一次接觸。通常有兩個或多個位置需沿軸向方向隔開。但為了讓該等位置毗鄰，也需要環繞鏜孔做角向隔開。但也可讓各個位置做角向隔開而非縱向方向隔開。

10 如前述，兩個或兩個以上的位置可為縱向毗鄰。若於一個位置喪失電接觸，則電極預熱長度 L 將改變，但改變輕微，相對於遠端位置短路造成的變化結果微小。但重要地，單純於兩個或兩個以上位置之一喪失電接觸不會造成開路條件。

15 本發明之接觸尖端配置可獲得實質最大但實質恆定之電極電阻加熱。此係超過電極長度 L ，該電極長度 L 係由一次電接觸位置至電極前導端與工作件間產生之焊接電弧頂端之長度。介於一次電接觸位置與鏜孔出口端間至少有一點，電極於該點與本體作二次接觸。但由於本體之設計，
20 因此沿鏜孔之長度其餘部分實質不會造成一次電接觸短路。如此二次接觸(若有)不會縮短達成電阻加熱的有效長度 L 。

本體適合藉設置接觸裝置而與電極作一次電接觸，藉該接觸裝置，電極與界限鏜孔表面維持滑動接觸於鏜孔長

玖、發明說明

度一次接觸區內部的至少一個位置。於各個此種位置之接觸裝置可包含銷、柱塞、球、螺桿等，接觸裝置安裝於接觸尖端本體而橫向凸入鏜孔內部。接觸尖端包含銷、柱塞、球等，可彈性偏斜因而凸入鏜孔內部。接觸裝置當包含

5 螺桿等時，可於本體作螺桿螺接，因而可旋轉而於軸向方向移動且凸入鏜孔內部。總而言之，接觸裝置包括一軸承襯墊，藉該軸承襯墊讓銷、柱塞、螺桿等接觸電極。軸承襯墊可由耐磨材料製成或由較為柔軟的低摩擦材料製成。軸承襯墊可為導電材料如石墨或電絕緣材料如鐵氟龍。

10 當經由配置鏜孔，讓電極埋入界定一次接觸區之表面時，可於電極作一次電接觸，鏜孔由較大截面縮小成一次接觸區之截面。於該電接觸區，鏜孔直徑較小，但足夠允許導線順利通過接觸尖端。此種配置讓導線偏好埋設於鏜孔之小部分該區。因此有效電流輸送區係來自於導線埋設

15 區，而非來自於一次接觸區之全部導電長度。原因在於接觸面積為最大，主要電流供應路徑為總電阻為最小路徑該處，電接觸電阻減低。鏜孔導電長度可為單一材料，例如銅或銅合金或可硬化鋼例如銀鋼。另外可以較佳順序使用兩種材料。於電極欲埋入鏜孔表面位置，界定鏜孔之材料

20 最佳係由相對較高硬度材料改變成相對較低硬度材料。如此最佳為電極線圈曲率以及電極挺度讓電極與鏜孔表面接觸於偏好埋設入相對較低硬度材料位置。

自耗性電極之良好饋送性為讓預熱長度 L 變穩定的必要條件。如此讓導線饋進速度快速變化相關之一過性電磁

玖、發明說明

場減低。此處所述導線饋進速度變化係說明於前述Yamada等人之文章。

圖式簡單說明

為了有助於了解本發明，現在參照附圖說明本發明及

5 本發明原理，附圖中：

第1圖以側視圖顯示先前技術接觸尖端之示意代表圖；

第2圖顯示於第1圖接觸尖端之各別操作條件下電極線饋進速度相對於電流之變化；

第3圖以示意側視圖顯示本發明之接觸尖端之第一形
10 式；

第4至15圖以示意側視圖顯示根據本發明之接觸尖端之進一步形式；

第16圖為使用本發明之接觸尖端製造之焊接板上之焊珠之巨觀相片；

15 第17圖為第16圖之焊珠之顯微相片；

第18及19圖為巨觀相片分別顯示使用習知接觸尖端以及根據本發明之接觸尖端進行FCAW沉積焊珠於焊接板；

第20及21圖分別顯示第18及19圖沉積物之顯微相片；
以及

20 第22圖顯示使用根據本發明之接觸尖端製造之重疊焊接。

【實施方式】

後文討論有助於了解本發明。該項討論主要係基於GMAW，但其原理及結論也適用於SAW及FCAW。

玖、發明說明

於最基本之代表圖，GMAW設備之操作可參照相當之
直流電路操作解譯。焊接電源供應裝置係以大致為恆定電
壓提供電流來源。此電壓之零參考電壓為工作件電位。呈
導線形式之自耗性電極由捲軸，通過焊炬內側內襯，由焊
5 炬末端的接觸尖端冒出。於接觸尖端末端與工作件表面間
之空間，電弧加熱導線末端且熔化導線。液態金屬小滴由
導線末端移轉至工作件。

有兩種不同金屬移轉模式。第一種為浸泡式移轉，其
中自耗性導線瞬間接觸工作件表面。試圖維持恆定電壓條
10 件，電源供應器經由尖端導線短時間施加大量突崩電流，
導線末端與工作件間出現短路接觸電阻。此種突崩電流將
導線作反向熔化，且於導線末端與工作件表面間的空間建
立電弧。此種處理以約每秒100次之頻率重複。整體言之
多個週期重複平均之電流相當低，因此浸泡移轉常用於金
15 屬板的焊接。藉浸泡移轉沉積之一大缺點為出現大量濺鍍
。

於較高電流位準，導線熔化速率夠高，而導線末端與
工作件表面上的焊池表面間維持相對恆定間隙。藉由金屬
小滴由導線末端脫落，經由電弧行進且到達工作件而完成
20 金屬移轉。此種類型的移轉稱作為噴霧移轉，而用以達成
高沉積速率。

第1圖顯示例如由銅-鈹合金製成之筒形銅合金尖端10
範例。尖端10適合使用直徑1.2毫米之自耗性固體鋼線藉
機器人焊接。尖端10適合用於浸泡移轉及噴霧移轉模式。

玖、發明說明

選用本實施例舉例說明典型焊接尖端操作原理，以及強調本發明相關性能的改良。

尖端10於輸入端有螺紋區段12，可與焊炬的接觸尖端夾持器作機械、電氣及熱連接。螺紋區段12界定截頭錐形導件13，螺紋區段可栓入接觸尖端夾持器，提供電流來源。夾持器也作為尖端電流產生的熱、沿尖端10之自耗性導線傳導的熱、以及由電弧輻射接著由尖端10所吸收的熱之散熱座。到達接觸尖端夾持器之熱藉水冷式焊炬的焊炬內部水流移走，以及藉氣冷式焊炬的焊炬內部對流的氣流帶走。

接觸尖端10也有個縱向鏜孔14，縱向鏜孔延伸貫穿尖端本體16。鏜孔14之直徑通常比自耗性導線直徑大約0.1毫米至0.2毫米。自耗性導線係藉導件13導引入鏜孔14。設計用於使用自耗性鋼及自耗性助焊劑芯焊接的尖端之典型餘隙為0.1至0.2毫米。通常餘隙愈低，則導線與尖端間的電接觸愈可靠。用於其它自耗性材料例如鋁合金，由於此等合金柔軟且相當難以饋送，餘隙可較大。導線與尖端間的餘隙加大，有助於導線機械饋送通過尖端。

尖端10本體16具有平均直徑約8毫米。此種直徑夠大，可充分讓熱經由尖端10傳導至接觸尖端夾持器，讓尖端可於夠低可防止銅軟化之溫度操作。尖端10總長約35毫米，鏜孔14距導件13內端長度約25毫米。鏜孔14長度可確保於鏜孔內部，導線與本體16連續達成電接觸。自耗性導線與鏜孔14內表面之接觸可於鏜孔14入口端17、於入口端17

玖、發明說明

與出口端18間、或於出口端18達成。也可於接觸尖端10之鏜孔14內部同時於一或多點達成接觸。此等接觸點所在位置將依據多項因素決定，該等因素例如導線與鏜孔14間之餘隙、通常由圓形捲線軸饋送之導線曲率，以及焊炬頸部的任何曲率。

第1圖所示接觸尖端10總長度35毫米係依據使用銅之經濟方面決定。於GMAW，需要對尖端10末端14b冒出的導線、焊弧及焊池提供保護性氣體蓋。筒形焊接噴嘴包圍尖端且延伸至尖端末端。氣體流動係位於尖端外表面與焊接噴嘴內表面間的環形區。

與接觸尖端性能最為相關的議題中，最重要的議題為導線的饋送能力。由前述Yamada等人之研究已知，GMAW焊接處理的順利操作仰賴對包含自耗性電極的導線或焊條建立均勻一致的饋送速率。如此可達成均勻熔化速率，且同時減少電弧長度的變化。但Yamada等人發現雖然進料輥系統於銅接觸尖端之進料輥側建立期望恆定之導線饋送速度，但於焊炬端之導線並非如此，因此由接觸尖端送出的導線也無法建立恆定饋進速度。反而Yamada等人發現於焊炬端，導線速度有相當起伏波動，而於數毫秒間隔時間，起伏波動可由約零改變至約為平均導線饋送速度的兩倍。

檢驗銅接觸尖端內表面以及Yamada等人報告之研究工作使用之由接觸尖端送出的導線表面，顯示導線與接觸尖端間出現熔化、融合及黏著。導線通過接觸尖端之停止移動-開始移動主要係由於導線與尖端間的互動所致。

玖、發明說明

焊炬端之導線速度起伏波動影響電弧長度變化。但此種導線速度起伏波動之額外不良影響於前述Lancaster之文章強調。該研究工作中，Lancaster報告於電弧焊接操作期間，接觸尖端與工作件間存在有強電磁場。已知當移動中載有電流的導體受到物理力且感應電流時，電磁場可對抗變化。如此於自耗性導線以及於電弧本身關聯電流的電磁場，預期將回應於Yamada等人報告之起伏波動，因而對抗導線速度的變化。此種類型之電磁反應將反映於自耗性導線之感應電流變化。此外感應電流以及感應電壓將干擾電源供應電流的穩定操作俾維持穩定焊接條件。於焊炬端由導線速度起伏波動造成導線饋送速度飄忽不定關聯的電壓的電流變遷又將造成自耗性導線之瞬間熔化速率改變，進一步造成電弧長度控制的惡化，也可能造成電弧的不穩定。

用於第1圖所示接觸尖端10，可對導線熔化速率建立理論上限以及導線熔化速率的理論下限。現在基於代數表示式，參照GMAW導線沉積速率已經確立的方程式摘述其原理：

$$W = aI + bLI^2$$

此處「W」、「I」、「a」、「b」及「L」詳述如前。再度為求簡單且不喪失其普及性，假設焊接係位於下手位置。

為了建立導線饋送速度上限，導線饋送通過接觸尖端10時，假設導線只接觸於鏜孔14入口端17，隨後通過尖端而不再接觸尖端。也假設接觸尖端10鏜孔14末端18距工作

玖、發明說明

件(圖中未顯示)之距離為20毫米，典型正常使用此種焊接尖端，電弧長度為8毫米。為了簡化討論，將以電弧長度為常數，但實際上電弧長度將依據電壓、電流及傳輸模式決定。因鏜孔14長度為25毫米，因此參數「L」等於37毫米(25毫米+20毫米-8毫米)，於導線進入電弧區之前，37毫米導線將藉焊接電流預先加熱。此乃「L」上限，因此對應W值為導線熔化速率上限，因而為導線饋送速度上限。

也建立導線饋送速度之理論下限。假設於進入接觸尖端10時，導線只接觸尖端鏜孔14出口端18。此種情況下，導線預熱長度縮短為25毫米(鏜孔長度)，參數「L」有效值為12毫米(20毫米-8毫米)。對應W值表示導線焊接速度下限。

使用1.2毫米直徑銅塗覆實心鋼導線之導線饋送速度公開資料，計算參數「a」及「b」，隨後估計第1圖所示銅尖端之導線熔化速率上限及下限、以及接觸尖端末端與工作件間之典型距離為20毫米。導線熔化速率上限及下限對100至270安培之焊接電流顯示於第2圖。由第2圖所示資料，顯然上限與下限間有顯著差異。對於約8米/分鐘之導線饋送速度，要求焊接電流為270安培，對應L值為12毫米。若L值增至37毫米，則維持導線饋送速度8米/分鐘之要求電流降至約180安培。對於約3米/分鐘之導線饋送速度，要求焊接電流為150安培，對應L值12毫米。若L值增至37毫米，則焊接電流降至約100安培。

兩種導線熔化機轉(亦即電阻加熱及電弧加熱機轉)中

玖、發明說明

，以電阻加熱為較佳。電阻加熱可再現且特別有效，原因在於建立焊接電路的電流也可加熱自耗性導線。它方面，電弧係於約20000K溫度之游離氣體作為特徵。由於例如自耗性鋼導線之熔點約為1800K，故要求準確控制電弧長度來對電弧主控的處理提供一致熔化速率。預熱長度37毫米比12毫米的效果為不僅熱輸入減低，同時沉積過程也更有效。用於8米/分鐘之導線饋送速度，電阻加熱約為4.5米/分鐘(若L=12毫米，恰超過總導線熔化速率之50%)。若L=37毫米，則電阻加熱約為6米/分鐘，換言之占總導線熔化速率之70%。隨著導線饋送速度的加快，此種比例也增高。

參照第1及2圖之討論顯然接觸尖端鏜孔內部之接觸點所在位置以及接觸點數目對導線熔化速率有深刻影響。由筒形接觸尖端至尖端內部導線電流傳輸之重要特色可經由分析圓柱形管電阻辨認。係參照長25毫米，內部鏜孔直徑1.2毫米、外部直徑8毫米之圓柱形管作說明。此種管之電阻有二相關極限值。

可於縱向方向經由於管兩端間施加電壓而供給電流至管。對應電阻 $R_{\text{縱向}}$ 表示為：

$$R_{\text{縱向}} = s \times A^{-1}$$

此處s為管材料之電阻率，x為管長度，A為截面面積。若流經管之電流I，則管兩端間之可能差異V驅動電流係由電流與電阻之積求出，換言之：

$$V = I R_{\text{縱向}}$$

玖、發明說明

電流也可經由於鏜孔內表面與管外表面間施加電壓供給電流。此種配置中，管之有效電阻(以 $R_{\text{徑向}}$ 表示)可表示為：

$$R_{\text{徑向}} = \ln(r_o/r_i)(2 \pi \sigma x)$$

此處 σ 為管之導電率， r_o 及 r_i 分別為管之外側半徑及內側半徑。若流經管壁之電流為 I ，則可由電流與電阻之積如前述算出電位差，換言之：

$$V = I R_{\text{徑向}}$$

表1顯示對銅及石墨管各別計算之 $R_{\text{徑向}}$ 及 $R_{\text{縱向}}$ 值。表1之管形狀尺寸適合用於電流於焊接接觸尖端傳輸的討論。直徑1.2毫米之導線為容易使用且有生產力的最普遍尺寸。由表1，顯然徑向電阻是比對應縱向電阻值低一次冪幅度。如此於管傳輸至管內部導線之最有效電流顯然可經由於導線與管間於導線全長上方建立的電接觸達成。於此種理想化條件下，石墨管徑向電阻低抵 2.4×10^{-4} 歐姆。對220安培電流而言，管外表面與鏜孔內表面間之對應電位差低抵0.05伏特。

表1. 徑向電阻及縱向電阻計算值

材料	銅	石墨
內部直徑-毫米	1.2	1.2
外部直徑-毫米	8	8
長度-毫米	25	25
電阻率-歐姆.米	7.10^{-8}	2.10^{-5}
導電率-(歐姆.米) ⁻¹	$1.4.10^7$	5.10^4
$R_{\text{徑向}}$ -歐姆	$8.6.10^{-7}$	$2.4.10^{-4}$
$R_{\text{縱向}}$ -歐姆	$3.5.10^{-5}$	$9.9.10^{-3}$

玖、發明說明

縱向電阻典型比對應徑向電阻值高至少一次冪幅度。對銅而言，縱向電阻為 3.5×10^{-6} 歐姆因此為最低值。對石墨而言縱向電阻為10毫歐姆。對於220安培電流，石墨管末端間之電位差為2.2幅度，可知該電位差相當有意義。

5 藉由於徑向方向攜帶通過管壁之電流對尖端作電阻加熱，該電阻加熱對銅為最低，甚至對石墨也極低。由歐姆法則，也顯示由管冒出的導線電位實際上同管電位。管內部導線之任何預先加熱為最低，對應導線熔化速率係於可能熔化速率的下限。對完美電流傳輸例而言對指定電流之
10 導線熔化速率需減至最低。換言之，若於鏜孔全長介於導線與尖端間有完美接觸、或如前文顯示，若只在出口端作接觸，則將達成最低導線熔化速率。

實際上，自耗性導線與尖端鏜孔間有若干餘隙。電接觸出現於多個分立位置。因此考慮導線於接觸尖端內部有
15 兩個或兩個以上同時接觸點的結果。最簡單的考慮實例為導線與尖端同時接觸於入口端及出口端而中間並無接觸。於室溫，鈹銅之電阻率約為 7×10^{-8} 歐姆.米(也參考表1)。低碳鋼之電阻率約為 1.2×10^{-7} 歐姆.米。銅尖端截面對自耗性導線截面之比典型約為50至100：1。銅尖端之低電阻率加
20 上尖端之相對高截面積的組合，表示於導線入口端與出口端間的任何電流將因銅的並聯電路徑嚴重降低，換言之 $R_{\text{縱向}}$ 。若同時接觸於入口端及出口端而中間並無接觸，則有效電流供應路徑係貫穿接觸尖端本體至位在尖端出口端的導線。若最初只在入口端有接觸，接著於出口端接觸，則因

玖、發明說明

該段導線電流減至最低值，故導線也將冷卻。

如此若於尖端之出口端有電接觸，則於使用範圍內，無可避免地，由有效值對8毫米電弧長度而言約為12毫米。如前文說明，電弧長度取為常數。檢驗銅接觸尖端的磨
5 耗，顯示於出口端有鑰孔效應，指示銅接觸尖端大致連續接觸自耗性導線。對第1圖所示類型接觸尖端而言，L有效值為12毫米。此種於出口端傳輸之電流表示焊接電流極少作生產性使用。雖然電路於尖端出口端完成，但焊接電流經由尖端傳導，尖端內部導線的預熱極少。

10 導線與尖端接觸點之電安定性有進一步暗示意義。若導線瞬間無法接觸尖端出口端，則當導線進入電弧區時，導線末端電壓將由穩定值改變。電弧長度係依據電弧電壓決定。導線末端電壓的任何變化將對電弧長度造成不良影響，因而對電弧穩定性造成不良影響，結果導致焊接濺鍍
15 且可能回燃自耗性導線。回燃將導致導線焊接至尖端，即刻造成尖端的故障。

對指定電流而言，由尖端送出之自耗性導線電壓的起伏波動將依據導線之電阻率決定。電阻率於溫度有相依性。因此需要估計尖端內部自耗性導線平均溫度。於前文
20 Radaj之文章，發現對自動穩定饋送之導線電極而言，由電流輸入點至導線端點溫度幾乎呈線性升高。於電弧的緊鄰附近，導線溫度迅速升高。附著於導線末端之液態金屬小滴溫度係高於自耗性導線熔點，但預期低於自耗性導線沸點。

玖、發明說明

對銅尖端內部的導線的多重接觸效應以及使用銅尖端的焊接經驗作說明，估計於尖端之導線平均溫度對220安培操作電流而言約為100℃。對應導線饋送速度約為6米/分鐘，傳輸模式為噴霧傳輸，因此對此特例而言以220安培為首選。此種估計平均溫度升高100℃表示銅電阻率升高約40%。若室溫電阻率為 1.2×10^{-7} 歐姆·米，導線直徑為1.2毫米，尖端鏜孔長度為25毫米，以及平均焊接電流為220安培，則於尖端鏜孔內部長25毫米的導線長度兩端間的電位差，由歐姆法則算出約為0.8伏特。由於銅尖端本身的電壓降極小，故由尖端冒出的導線之電阻加熱相關的電壓總起伏約為0.8伏特。

由製造商資料可知，於220安培作電壓傳輸之電源供應器電壓約為30伏特。於30伏特，0.8伏特之電壓起伏可視為不具意義。但與此種電壓起伏相關可能造成由尖端冒出的導線與尖端出口端間發生電弧。若接觸破壞，則當電流由導線切換至尖端時產生電弧，當重新建立接觸時，反之亦然。電弧也可能於導線末端感應電壓。此外由Yamada前文引述之研究工作，電弧可能導致導線表面與尖端鏜孔的融合，而融合又導致導線與尖端間的黏著力。導線饋送速度變起伏不定，結果導致電弧的不穩定以及濺鍍。

現在顯示可於上示例中達成接觸尖端內部導線預熱至實質高於100℃。假設導線進入尖端時，於入口端作接觸，而不再與尖端進一步接觸。如前文說明，L之有效值為37毫米，其中於尖端鏜孔內部可達成25毫米。於此等條件

玖、發明說明

下由前述Radaj之研究工作估計導線於尖端內部平均溫度約為 500°C 。由鋼之公開資料，估計導線於尖端之電阻率提高5倍至 6×10^{-7} 歐姆.米。由歐姆法則，算出尖端鏜孔內部導線之電壓降對電流220安培而言約為2.9伏特。於尖端

5 之導線產生的功率對應值約為650瓦。如此表示最具生產力的電流傳輸模式。電路係於接觸管入口端完成，整個焊接電流不只用來維持電弧，同時也用來預熱自耗性導線。若可連續維持入口端的接觸，則電壓的起伏波動以及導線饋送速度的變化也可減至最低，藉此改良小滴的形成與傳

10 輸過程。

也假設尖端係由市售石墨製成，市售石墨電阻率於相關操作溫度時為 2×10^{-5} 歐姆.米(參考表1)。由表1，直徑8毫米之石墨尖端縱向電阻約為0.01歐姆，顯然可媲美尖端之導線電阻。若於入口端及出口端同時間接觸，則焊接電流

15 將約略於導線與尖端間等分。雖然焊接電流減低，但導線的預熱仍然顯著。

若接觸點欲於入口端與出口端間交替，則電流分佈將由完全由自耗性導線攜帶與自耗性導線與尖端間平分之二者間交替。導線與尖端間產生電弧係出現於導線與尖端接

20 觸隨後打斷接觸所致，接觸區局部加熱程度將依據切換電流幅度而定。對金屬與金屬接觸而言，此型電流切換預期將導致導線與尖端的局部熔接，而又導致導線黏著於尖端。對銅尖端而言，問題更惡化，原因在於銅之切換電流實質高於石墨之切換電流。對石墨尖端而言導線極少傾向於

玖、發明說明

接合至石墨，因此導線饋進速度維持穩定。經由選擇有適當電阻率之石墨材料，讓尖端縱向電阻匹配尖端導線電阻，也可適當傳輸電流至自耗性導線，且同時將前述切換電流幅度減至最低。也顯然銅之電阻率過低而無法產生此類型切換電流的降低。

由此處討論獲得兩項結論。若接觸尖端係由電阻率如同銅之電阻率一般低之材料製成，則電流傳輸區可儘可能精簡，俾將多重接觸效應減至最低。若接觸尖端係由電阻率較高的材料例如石墨製成，則其條件可放寬，而縱向尖端電阻與導線電阻可相媲美。

提議此種類型尖端電阻匹配導線電阻，將產生電弧長度以及焊接電流的改良，因而導致GMAW、FCAW及SAW性能的改良。同時可實現導線預熱效果，換言之參數L有效值增加。由於導線和尖端之電壓降不僅係依導線和尖端之電阻率同時也依據導線和尖端之尺寸決定，因此更有用之結論係提議於操作條件下，尖端電阻匹配尖端內部導線電阻超過尖端之最初進入長度。雖然此種指南可減少尖端內部導線多重電接觸對電弧電壓造成的不期望影響，但此種指南需假設導線與尖端之一次接觸維持於尖端入口。若有長期接觸，例如於出口端有長期接觸，則此種延長接觸最終將由於導線熔化速率以及尖端之電阻加熱的減低而造成不穩定。導線熔化速率係因預熱長度L之相當值減少，故導線熔化速率減低。

因此較佳接觸尖端之入口端為供應導線之電流一次來

玖、發明說明

源。達成此項目的之一種方式係將導線與尖端鏜孔間之餘隙減至最低。當導線由捲線軸上解開時，低餘隙與導線有略為曲率的組合可於入口端達成良好電接觸。

經由將尖端入口端鏜孔方向略做改變，可於尖端入口
5 端一次接觸點穩定性獲得顯著改善。導線與鏜孔間之低餘隙加上鏜孔方向些微改變的組合，確保隨時達成良好電接觸，鏜孔縮小有進一步顯著延長接觸機率。此種辦法不適用於銅尖端。由於製造期間需要錯綜複雜的切削加工，導致成本實質增高。雖言如此仍有若干先例。例如 GB
10 2074069專利案提出複雜銅尖端結合入口端方向些微改變之設計範例。用於銅尖端，此型措施之效果極為有限。多重接觸之非期望影響仍然存在，特別導線黏著至尖端。回燃構成另一項問題。

有關尖端材料之五種性質為達成導線或焊條一致饋料
15 特別期望的性質。第一，導線或焊條與接觸尖端材料間之摩擦係數低。摩擦係數低讓導線通過尖端建立相對恆定之導線饋進速度。理想上尖端材料需可自我潤滑。

第二項要求，對緊鄰焊接電弧以及尖端內部被加熱的
自耗性導線造成的溫度升高有耐熱性。如此需要使用耐火
20 材料。

自耗性導線或焊條與接觸尖端內表面間的電接觸可能為非連續，例如由於導線或焊條尺寸的不規則結果導致電接觸為非連續。隨後於尖端內部產生間歇電弧。此種電弧可局部加熱導線或焊條至趨近於或甚至超過自耗性導線熔

玖、發明說明

點的溫度。此種情況下，需要於自耗性導線表面產生的液體金屬不易濕潤接觸尖端內面，隨後連結至接觸尖端內面。預期由耐火之非金屬材料製成的接觸尖端將可滿足此項要求。

- 5 第四項要求係接在前文討論多重電接觸結果之後。該討論導致獲得接觸尖端材料電阻率的設計指南，換言之尖端內部的導線電阻必須匹配導線縱向電阻。對於含鐵之自耗性導線於銅尖端內部，電阻之不匹配程度約為二次冪幅度。電阻匹配落入5之因數範圍內預期將可實質減少因電
- 10 弧放電造成的損害。

第五項要求為尖端材料須為良好熱導體，讓尖端產生的熱、尖端內部導線產生的熱、或由電弧吸收的熱藉傳導至接觸尖端夾持器而被散熱。

- 符合各項要求之一種材料為石墨，經由從石墨桿切削
- 15 製成完整接觸尖端，可設計符合商業用途之尖端。切削的本體隨後以銅、鎳或鉻電鍍於全體外表面方便處理，唯一可能的例外為工作端，該工作端係暴露於焊接電弧。此工作端隨後塗覆電絕緣之耐火清漆，清漆乾燥後，可鑽孔而獲得鏜孔。成品範例顯示於第3圖。此類型尖端具有浸漬
- 20 傳輸相關低電流用途之有用壽命，因此可用於焊接金屬板。用於噴霧傳輸也有較短使用壽命。

更特別參照第3圖，接觸尖端整體形式類似第1圖的尖端10。對應部分具有如同尖端10的相關編號但加上二十。如此第3圖之尖端30具有螺紋區段32於其入口端，主體36

玖、發明說明

界定一個貫穿鏜孔34由入口端37延伸至出口端38。再度螺紋區段32界定一導件33，導件前導至鏜孔34的入口端37。環繞本體36之工作端，尖端30設置有電絕緣耐火清漆塗層(圖中未顯示)。

5 雖然如前文所述，可由石墨製成如第3圖所示之尖端30，但發現至本階段所述之尖端仍未達滿意。原因在於電極與尖端於尖端入口端的接觸區不足以傳輸達成所需導線熔化速率要求的大量電流。由本體36流至電極的電流傾向於有二個或多個接觸點。雖然石墨之多重接觸影響不如銅

10 多重接觸影響的嚴重，但使用如第3圖之石墨接觸尖端，需要提供確保鏜孔34內部之一次接觸點係位於或毗鄰於入口端37，因此此接觸點具有比任何其它沿鏜孔34之接觸點更低的接觸電阻。於第3圖，此項目的可由接觸裝置40提供。

15 接觸裝置40係設置於徑向通道42，徑向通道42係於或毗鄰於鏜孔34入口端37而與鏜孔連通。於通道42，接觸裝置40包括柱塞元件43，柱塞元件43藉彈簧44略為偏斜，彈簧44例如為藉固定於通道42外端之蓋45而固持於通道42內部的線圈彈簧。彈簧44將柱塞元件43朝向鏜孔34偏斜，讓

20 柱塞元件之先導端凸進鏜孔34內部。此種配置利用電極通過鏜孔34，柱塞元件43之凸起端可抵靠電極，讓電極於鏜孔34遠離接觸裝置40該側而與本體36作滑動接觸。如此接觸裝置40可達成此種接觸，將電極與本體36間之接觸電阻減至最低，因而建立一次電接觸點，由該電接觸點可維持

玖、發明說明

電極之電阻加熱，同時只對電極通過鏜孔34造成些微阻力。

接觸裝置40之柱塞元件43可由電絕緣材料或由導電材料製成。

5 雖然第3圖係參照石墨製成之接觸尖端30作說明，但設置接觸裝置40之配置也適合用於其它材料製成的接觸尖端。如此替代石墨，接觸尖端30可由石墨複合物例如石墨/碳化矽複合物製成。另外，尖端30可由銅或銅合金製成。其它有用之替代例，尖端30可由鐵或鋼製成因而比使用
10 銅節省成本。總而言之，裝置40提供確保要求一次電接觸點之實際可行之道。但即使使用接觸裝置40，尖端30仍然較佳為相當短，故獲得鏜孔34長度約12毫米。

更為強勁的單一本體版本，該版本也適合用於噴霧傳輸，尖端係由複合材料例如碳化矽-石墨複合材料製成。
15 碳化矽與石墨比例將選擇而符合對電阻率的指南。此類型複合材料原料通常為粉末形式。因此可模製出入口端方向略為改變的鏜孔。藉此方式於尖端入口極為可靠的電流傳輸點將提高尖端性能。更進一步提升性能，組成可作功能分級而達成由螺紋端至鏜孔入口之高導電率及導熱率，然
20 後逐漸降低導電率及導熱率直到接觸尖端末端。碳化矽與石墨的組合於此處僅供舉例說明之用。特別石墨-金屬以及金屬-陶瓷複合物(亦即金屬陶瓷)也可用於製造接觸尖端。

為了獲得最理想性能，對焊接電源供應器有兩項關鍵

玖、發明說明

電性要求。第一要求為，由電源供應器供應至自耗性導線之電流需透過極低電阻的連續穩定路徑，俾減少焊接電路之一過性電流與電壓變化。第二項要求為建立明確界限的接觸區，故參數 L 有效值隨時間之經過保持穩定，於各次
5 焊接操作間可再現。若接觸尖端主體係由銅或其它電阻率極低之材料製成，則一次接觸區需儘可能短。

第4圖顯示大致符合此等要求之接觸尖端50範例。此種特定接觸尖端50設計用於GMAW。用於接觸尖端50之自耗性導線直徑為0.9毫米。尖端50總長約38毫米，對市售
10 設計用於0.9毫米導線之接觸尖端而言典型係於35至40毫米之範圍。但尖端50之形式適合用於0.9毫米以外的導線直徑。尖端50之設計可直接替代習知接觸尖端。

接觸尖端50具有環形截面，界定一個鏜孔52，電極可通過該鏜孔。尖端50有三個區段，各個區段界定各別鏜孔
15 部分52。第一區段54係由尖端50入口端56延伸通過全長一小部分。區段54之直徑係小於尖端50長度之其餘部分，於57有外螺紋，讓尖端50可栓入焊炬(圖中未顯示)之接觸尖端夾持器(圖中未顯示)。於區段54，鏜孔52為反鏜孔俾提供較大直徑的入口端58，由入口端，鏜孔52具有截頭錐形
20 59至超越區段54之較小直徑。

尖端50之第二區段60係與區段54一體成形。於距離錐形59之短距離例如約5毫米距離，鏜孔52具有長度61，係由區段60界定之長度且具有最小直徑。由長度61，鏜孔52之其餘長度62係由尖端50之第三區段64所界定。區段64為

玖、發明說明

區段60內部的環形插入件。區段60由尖端50之末端65反鏜孔俾容納區段64。於區段60，區段64可牢固嵌合於區段60，或區段64可由陶瓷糊膏所固持。

如前文指示，尖端50總長度約38毫米，設計用於0.9
5 毫米直徑之自耗性導線電極。如此，區段54及60長度分別約為10毫米及28毫米。順著入口端58，鏜孔52之直徑約4毫米，經過長度61縮小至1.0毫米，俾對0.9毫米之自耗性導線提供0.1毫米餘隙。於其長度62，鏜孔52之直徑可提供自耗性導線由0.5至1.0毫米之餘隙。

10 接觸尖端50之第一及第二區段54、60可由具有相對高度導電性之金屬製成。第三區段64係由非金屬之電絕緣材料製成。第一及第二區段54、60較佳係由銅如硬拉伸銅或銅合金製成。第三區段64較佳係由耐火之電絕緣材料如氧化鋁或可切削陶瓷材料製成。但也可使用其它導電及電絕
15 緣材料。

鏜孔52之長度62之直徑比自耗性導線直徑大約為0.5
至1.0毫米。餘隙並無特殊限制，但不推薦區段64有過大餘隙以防焊接期間發生導線的蜿蜒。太過緊密嵌合，導致自耗性導線與陶瓷間之摩擦，可能對自耗性導線之饋送性
20 造成不良影響。此外區段64最佳為無孔陶瓷。發現多孔陶瓷含有化學結合水及/或傳遞來自陶瓷糊膏的水，而區段64可能保有該種水份。另外，可錘打銅管末端來固定陶瓷插入件。

鏜孔52之入口端58及錐形59用來導引自耗性導線通過

玖、發明說明

鏜孔52之長度61及62。尖端50之區段54提供導引，且讓尖端50可安裝於焊炬的夾持器，而非提供與自耗性導線作電接觸。此種電接觸係於鏜孔52內部超出區段54達成，為了做電接觸，鏜孔52之有效入口端係位在錐形59與長度61間之接合部。

接觸尖端50之關鍵特色為加壓點66，藉此進入尖端的導線朝向界定鏜孔52的表面加壓。加壓點66讓電流由尖端鏜孔傳輸至尖端明確界限區域的導線。如此前文所述參數L值也經過明確界限。此種情況下，參數L值為由加壓點至導線末端焊接電弧的距離。

全部接觸尖端皆係設計成組合焊炬的接觸尖端夾持器。使用中，尖端螺接於接觸尖端夾持器，尖端本體の後表面牢固接觸尖端夾持器的匹配表面。如此提供機械穩定性，以及提供於接觸尖端產生的熱傳導至接觸尖端夾持器以及隨後藉氣冷或藉水冷而由焊炬本體散熱的傳導路徑。此處所示大部分尖端設計的共通特色係電流傳輸區於尖端內部的所在位置。為了讓預熱長度增至最大，電流傳輸區係位在鏜孔有效入口端附近。為了輔助接觸區內部產生的熱的去除、以及輔助熱量順著尖端內部導線傳導，此處所示尖端之電流傳輸區較佳係位在尖端主體內部而非位於螺接入口端。雖然如此可縮短預熱長度，但此項缺點可藉操作溫度降低因而獲得更可靠的整體性能予以補償。

尖端內部的加壓點可以多種方式做成。第4圖所示加壓點66係經由於尖端50之區段64鏜孔52一個徑向孔67至鏜

玖、發明說明

孔52之長度61而達成。對前文詳細說明之尖端50之尺寸而言，徑向孔67之適當直徑約3毫米。然後孔67經過攻孔，讓固定螺絲68插入孔內。固定螺絲68之目的是作為固定螺絲68前導端小量柔軟耐火材料朝向進入尖端的導線壓縮的

5 壓縮插塞69，藉此將導線朝向鏜孔長度61之一側加壓。插塞69之適當材料為鐵氟龍、載有石墨之鐵氟龍以及石墨帶。此等材料於升高溫度為穩定，且充分柔軟而可隨形於鏜孔內部的導線形狀，因而達成柔軟、低摩擦力、概略連續之與導線作機械滑動接觸。結果儘管於加壓點導入摩擦力

10 ，推送導線通過尖端所需要的饋進力不會過大或不利於導線的饋進能力。

第4圖所示之該型尖端其構造及性能於實驗室評估。比較習知具有類似整體維度且於大致相同焊接條件(換言之電壓及導線饋進速度)操作下的銅尖端，發現對任何指定導線熔化速率而言電流及熱輸入減低。第4圖所示尖端

15 50之L值實質係高於習知銅尖端之對應L值。導線電流預熱導線之長度比習知銅尖端預熱導線長度更長。參照導線熔化速率方程式，顯然對指定W值而言，若有效L值增高，則維持該W值所需電流降低。此外，也可實質減少焊接煙霧。煙霧的減少相信係來自於饋送能力的改良以及電弧影響的減低。L值愈大，則導線藉電流作電阻加熱對熔化速率W之貢獻愈高。電弧扮演的角色減低，電弧扮演角色之特徵為溫度極高溫。如此預期由導線末端傳輸至工作件之金屬小滴溫度將低於習知銅尖端於相同的導線熔化速率時

20

玖、發明說明

之對應溫度。結果金屬由暴露於電弧之導線末端氣化程度減低。由於導線末端之金屬氣化是煙霧的顯著來源，故對指定導線熔化速率W而言，產生的總煙霧量減低。由於導線饋送能力改良造成煙霧進一步重大減低。焊接的濺鍍也實質減少。相信此種濺鍍的減少部分原因係來自於小滴溫度降低，因此於自耗性導線末端之熔融金屬的流動性也降低。此外，隨著濺鍍小滴溫度的降低，液態金屬小滴與相對較冷工作件間之連結機率降低，因此產生的濺鍍較不可能黏著於工作件上。

10 有關第4圖所述尖端操作發現有特異之處。檢查焊炬之導線發現有特異之處。於焊接通過結束時，定長導線(典型為1米導線)饋送通過焊炬末端的尖端，焊接電流切斷。於沿著饋送出導線長度之隨機位置，觀察到導線表面因電弧放電變色出現於進料輥與接觸尖端間的焊炬區域，換言之係在導線進入尖端之前。此種電弧放電可能發生於恰在檢查前的焊接操作。現在焊炬內部的導線由內襯所導引，內襯通常係由鋼纏繞成為螺旋形，各匝間的間隔緊密。內襯於焊接機器由進料輥延伸至接觸尖端，且概略接觸接觸尖端。

20 因而獲得結論為接觸尖端之導線尚未接觸尖端鏜孔時，於相當短的時間(或許為微秒時間或更短)於先前的焊接操作發生電弧放電。此種接觸故障可能由於導線直徑局部不規則、導線表面上有氧化物沉積、以及導線於尖端作橫向移動所致。在此種短路的瞬間，若尖端內部有開路電路

玖、發明說明

，則於尖端外部可能形成其它較高電阻電路，而暫時電弧完成該等電路。此種非期望之電流路徑之一例係來自於電源供應器的輸出端至接觸尖端、至接觸尖端前方的導線內襯、至尖端前方的導線區段，然後通過尖端內部的導線，
5 由尖端冒出、至焊接電弧、且結束於工作件。最後此種間歇電弧摧毀內襯。若焊炬內部的導線也將本身焊接至內襯，將導致焊接失敗。若鋼內襯使用絕緣內襯例如鐵氟龍內襯替代則可獲益。於焊接電路仍然可能發生電弧，但不會造成無法預測且非期望的後果。第4圖尖端50改良之更佳
10 辦法係估計斷路情況。

由於以第4圖所示形式與尖端焊接時，金屬移轉情況令人滿意，也獲得結論：對大部分焊接時間而言，於加壓點於各別尖端內部已經出現電流傳輸。避免斷路情況之一種方式係架設一個第二加壓點緊鄰於第一加壓點。實際上
15 大部分時間二接觸點將閉路。若有其中一個接觸點變斷路，則電流可經另一個接觸點傳輸。由於加壓點位置毗鄰，故可大致於相等電位操作，故焊接電弧穩定。因此電流的傳輸為連續，無電流供應至導線相關之電壓及電流變遷存在下，濺鍍實質減低。煙霧的產生減少，其理由說明如前
20 。要言之兩個接觸點同時變斷路的機率可予忽略。

因而構成帶有兩個加壓點的尖端50a，顯示於第5圖。此種尖端實質如同第4圖之尖端50，但有兩個加壓點，且對應的組成元件皆帶有相同的參考符號加上「a」。有兩個螺紋孔67a，其各自有個帶有插塞69a的螺絲68a。發現第5

玖、發明說明

圖所示尖端50a的操作優於習知銅尖端，於導線進入尖端之前焊炬內部的導線並無電弧證據。於焊接過程中，電弧長度穩定。開發如第5圖所示發明時，對GMAW建立新原理。有關滑動電接觸，經由於兩個(或兩個以上)大致於相等電位操作的電流傳輸點供應電流，可達成最理想的電流傳輸。若電流傳輸點被視為等同於電開關，則開關設計成於正常閉路條件下發揮功能，因而二者同時變斷路的機率可加以忽略，則將可達成最理想性能。若開關係設計成於相等電位操作，則外部電路仰賴此等開關之性能於二開關皆為閉路時與成對開關中只有一個為閉路時的性能無法區別。因此外部電路將不會因接觸點之一的電流傳輸由短時間變化造成暫時性改變。任何其它觀察得的變遷都是由於處理本質上的變遷所致。於GMAW情況下，小滴的移轉將導致無可避免的變遷，但小滴的移轉理想係於大致理想條件下發生，故可發揮GMAW的真正能力。

使用二電流傳輸點於相等電位有效操作另有一項顯著優點。此種優點係有關電極回燃現象。於穩定操作條件下，電弧長度典型係少於接觸尖端末端與工作件間距離之半。若導線與尖端間之電接觸電阻例如由於導線直徑的局部變化而增高，則於恆定電壓條件下，導線電流將減少。如此轉而導致導線熔化速率的驟降，以及導致電弧長度對應的延長。某些情況下，電弧長度可能超過接觸尖端末端與工作件間之間隔距離。電極於尖端內部被回燃，可能焊接至尖端，或變成契合於尖端的鏜孔。通常對尖端造成的損

玖、發明說明

害係無法彌補。使用兩個或兩個以上加壓點，減少導線與尖端間之間歇高接觸電阻造成回燃的可能，原因在於不可能兩個電接點同時有高電阻。

第4圖與第5圖所示尖端間有另一項重要差異。第4圖中，電流傳輸至自耗性導線通過約5毫米之銅鏜孔長度，換言之尖端50鏜孔52之長度61。陶瓷插入件長度約為23毫米，因此尖端內部被預熱之導線長度下限為23毫米。第5圖中，插入區段64a比第4圖區段64短約5毫米。如此電流傳輸至自耗性導線經歷銅鏜孔之大部分長度61a=10毫米。若尖端總長度維持恆定，顯然鏜孔之電流傳輸長度愈長，則導線之預熱長度愈短。電流傳輸區被磨耗，合理地假設電流接觸區小則磨耗速率比大型接觸區更快。因此對指定之導線熔化速率而言藉電流降低測量得的性能與尖端壽命之間獲得平衡。作為概略指南，不希望電流接觸長度占尖端總長度的一大部分。因此有另一項重要考量。最主要的生產力之測量方式為導線饋送速度。接觸區表示導線順利通過尖端的障礙。預期接觸區愈小，則障礙愈小，因而獲得最大操作導線進料速度。第5圖所示尖端比第1圖所示尖端之接觸面積較小。第5圖所示尖端可可靠地於20米/分鐘之導線進料速度操作。此速度遠超過製造商推薦用於直徑0.9毫米之自耗性導線的操作速度。

構成加壓點之手段可有多種形式，於加壓點，電極強迫滑動接觸金屬鏜孔之第一部分，帶有特定材料來界限鏜孔。第3圖之特例中，電極彈性偏斜成略為滑動接觸。該

玖、發明說明

種配置下，接觸尖端之本體界定一通道，該通道相對於鏜孔為橫向延伸且與鏜孔第一部分連通。通道罩住接觸元件以及彈簧，彈簧作用於強迫接觸元件進入鏜孔內部而接合電極。彈簧作用通過接觸元件，強迫電極與通道遠端鏜孔側作略為滑動接觸。載荷有彈簧之接觸優勢為一尖端可設計成配合多種導線尺寸。因此可設計一種尖端可使用直徑於0.9毫米至1.2毫米範圍之導線發揮功能。

GMAW之自耗性導線係以兩型包裝供應。最常見的包裝為典型容量約15千克的緊密捲線軸。導線具有導線捲繞於捲線軸上誘生形變所造成的特有的曲率。此種曲率可以兩個參數決定特徵。一種參數稱作澆鑄電極，為由捲線軸上解開之未再度施加應變之一圈導線直徑。另一項參數稱作螺旋，為單一圈導線末端高於該圈導線起點的垂直距離。第二型包裝稱作「自動包」，容量至少300千克導線，緊密捲繞且罩於攜帶型之厚紙板轉鼓。

由任一型包裝供應的導線曲率讓導線可埋設於接觸尖端材料內部。如此輔助於尖端內部提供可靠的電接觸。也導致接觸尖端的磨耗，最終導致性能不良。有關第4及5圖所示之該型尖端，加壓點最理想的角向位置係重合導線通過尖端時的凸面曲率。

使用如第4及5圖所示加壓點表示將機械約束導引至導線移動通過尖端。但發明人發現經由以不同方式應用設置兩個正常為閉路之電流接觸點的原理，但未直接約束導線通過尖端的移動，可再現如同第5圖所示該型尖端獲得的

玖、發明說明

相同性能。

第6圖顯示此種接觸尖端之一範例。對應於第4圖接觸尖端50之組成元件帶有相同的參考編號加上「b」。尖端50b設計用於直徑0.9毫米之導線，但再度此處所示設計原理非侷限於直徑0.9毫米的導線。尖端50b具有本體，本體界定區段54b及60b，於本特例，本體係由含鉻及鋇之銅合金製成。區段54b界定錐形導件59b，輔助導線順利進入鏜孔52b。本體也界定鏜孔52b之短入口長度61b。區段64b包含二插入件，二插入件共同界定鏜孔52b長度62b。第一插入件70為石墨製成，較佳為微細晶粒之擠壓石墨，其界定鏜孔52b之第一部分長度62b。第二插入件為固定長度陶瓷管72(例如氧化鋁)使用耐火膠黏劑而膠黏於銅合金本體內側。陶瓷管72係作為由尖端冒出之導線導件，且界定接觸尖端50b之出口端65b。

金屬例如銅之膨脹係數通常係高於陶瓷材料之膨脹係數。用於涉及高操作尖端溫度之應用用途，包含陶瓷管72之插入件於銅本體內變鬆脫。為了防止陶瓷管72的移動，需要鉗打銅本體末端65b，防止插入件脫落。另外，插入件有外螺紋，外螺紋栓入銅本體內部，因而修改成可接納此種插入件。

焊接期間，導線通過錐形入口區段54b進入尖端50b內部，初次與尖端50b作低電阻接觸位於銅合金本體之鏜孔52b入口端部件61b。鏜孔部件61b直徑約為1.05毫米，故導線與鏜孔部件61b間之餘隙約為0.15毫米。此種餘隙足

玖、發明說明

夠讓導線順利進入且通過尖端50b之鏜孔52b。第二低電阻接觸區係位在石墨插入件70之之鏜孔部件62b起點。石墨比銅柔軟，導管本身埋置於石墨插入件70之鏜孔部件62b，獲得第二電流接觸，其可視為等於正常閉路接觸。石墨插入件70之鏜孔部件62b直徑約為0.95毫米，換言之比銅本體鏜孔部件61b直徑小約0.1毫米俾配合埋入過程。對於新尖端50b埋入幾乎恰在首次開始焊接後發生，於初次使用或隨後使用皆不會造成整體性能的降低。石墨插入件70之鏜孔部件62b直徑未顯著小於0.95毫米，因而可防止石墨的緊密嵌合。如前述，甚至第6圖尖端構造中使用之該型相對不良導體(例如石墨)之徑向電阻極低。導線與石墨插入件70之鏜孔52b間緊密嵌合，讓石墨插入件電短路導線電流，結果導致預熱長度L的縮短，也導致由石墨插入件冒出之導線電壓變化。如此轉而導致電弧電壓及電弧長度不穩定，最終導致焊接缺陷。

石墨插入件70之外部直徑為插入件70與銅合金本體區段60b間有干擾嵌合。石墨插入件70與銅合金本體區段60b間之電接觸係經由使用銅薄膜進一步改良，組裝期間銅薄膜載荷導電油脂施用於插入件70外表面。此種油脂也有助於複合尖端50b的組裝。由於石墨插入件70與銅合金本體區段60b間有良好電接觸，故二電流傳輸點(換言之第一者位於鏜孔部件61b起點，第二者位於鏜孔部件62b起點)之電位大致相等。第6圖之石墨插入件70之長度通常係於11毫米至13毫米之範圍，俾減低導線埋置於實質遠離石墨入

玖、發明說明

口點的其它位置。此種長度經實驗決定，此種長度夠長而允許尖端組裝期間作良好電接觸且容易掌控。插入件長度之使用下限約為5毫米。使用此種措施之組合，可建立兩個正常為閉路之接觸點於大致相等電位操作。如此尖端

5 50b焊接期間之性能可媲美第5圖所示尖端50a之性能，而就對指定導線熔化速率之電流而言，該性能係優於習知銅尖端性能。將濺鍍減至最低，煙霧的產生也實質減低。

如前文指示，尖端50b對石墨插入件70之長度有限制，來防止導線於石墨插入件70埋設位置多於一個。此種埋

10 設過程係依據導線之挺度而定。決定挺度之最重要變數之一為導線直徑，導線直徑愈大，則挺度愈高。用於直徑小於1.6毫米之導線，導線傾向於微弱埋入石墨多於一個位置。當石墨插入件之電流傳輸點由一個位置改變至另一位置時，由尖端冒出之導線電流及電位也將改變。因此電弧

15 長度不穩定，導線熔化速率多變。如此導致焊接缺陷。因此高度希望限制用於此種導線之石墨插入件長度，俾免除於石墨插入件有多個電流接觸點的可能。

焊接尖端性能之關鍵指標之一為尖端使用壽命。雖然第6圖之尖端50b可正確發揮功能，但自耗性導線滑過尖端

20 50b鏜孔部件61b之銅短的長度(本例約為4毫米)，然後滑過毗鄰石墨插入件70與銅本體區段54b之鏜孔部件61b末端間之接合部之石墨區。於自耗性導線與銅鏜孔部件61b以及石墨插入件70間有滑動摩擦。石墨可能比銅更快速被磨耗，但銅-石墨組合之總磨耗速率係由銅的磨耗速率控制。

玖、發明說明

最終進入尖端50b鏜孔52b之入口變成橢圓形，導線與銅本體於尖端區段54b間之電接觸變成機械不穩定以及電性不穩定。有效電流傳輸區可由石墨與銅間之接觸部移動至石墨插入件70之一區。實際上，導線預熱長度縮短，因此維持特定導線熔化速率所需電流增高。因而為尖端性能劣化徵兆。由於斷路條件機率增高(雖然指示瞬間增高)，但也造成濺鍍程度增加。

對第6圖所示該型尖端而言，壽命可能約為3小時。此處壽命一詞用來表示「電弧焊接」時間，換言之進行電弧焊接時間。應用於服務壽命測試之焊接條件對經過銅塗覆之鋼導線而言，直徑0.3毫米，導線熔化速率約14米/分鐘，電流165安培，以及電壓約30伏特。經施加脈衝之電源供應器結合機器人焊炬使用。此係模擬於汽車用途以機器人進行焊接之相關條件。

雖然已經對0.9毫米之自耗性導線之導線饋送速度範圍的上端進行服務壽命測試，但要緊地需了解此種複合尖端於低導線饋送速度顯示極高穩定性，約為每分鐘2米。此種導線饋送速度符合浸漬傳輸，用於薄金屬板的焊接上特別重要。饋送能力改良、操作電流比習知技術降低、燃燒風險減低以及濺鍍減少的組合乃此種尖端操作之關鍵特色。

第6圖尖端之石墨插入件係用於額外目的。若電極於尖端內部回燃，則於導線末端之液態金屬將於陶瓷插入件內部固化，否則於石墨插入件內部固化。固化後的金屬無

玖、發明說明

法連結至石墨插入件，尖端功能可能還原，將電極推送出尖端之外。於習知銅尖端，回燃對尖端鏜孔造成無法彌補的傷害，電極末端持久性焊接至尖端鏜孔。

已經證實此種接觸尖端之設計原理，現在可特別設計
5 用於噴霧傳輸之高沉積速率用之接觸尖端。為求簡明但又不喪失普及性，將考慮未施加脈衝之GMAW。浸漬傳輸及噴霧傳輸機轉更完整說明如前。但簡言之，噴霧傳輸之特徵為液態金屬小滴由導線末端經電弧脫落至工作件。導線末端未接觸焊珠。於較低電流之高沉積速率可經由延長尖端
10 端銅合金本體之陶瓷導件管長度達成。

第7及8圖顯示藉此方式製成俾延長預熱長度L之各別尖端50c及50d範例。尖端50c及50d中，對應第4圖之尖端50之組成元件分別具有相同之參考編號加上「c」及「d」。
。對此等尖端而言，已經去除對尖端總長度35至40毫米之
15 限制。第7圖所示尖端50c之性能經實驗證實。其構造由第6圖之說明顯然易明，原因在於材料相同，主要差異單純係有關縱向尺寸之差異。如此尖端50c之總長度為68毫米，石墨插入件70c長約13毫米，陶瓷插入件72c長44毫米。
因尖端50b也係使用0.9毫米直徑導線，故鏜孔52c於銅合金
20 、石墨以及陶瓷界定之各接續區段之直徑如同第6圖之尖端50b。

使用尖端50c，採用直徑0.9毫米經過銅塗覆之導線，以低抵120安培之電流可達成約16.5米/分鐘之導線熔化速率。16.5米/分鐘之導線熔化速率已經是習知大部分市售機

玖、發明說明

器的最大導線饋送速度。使用習知銅尖端，16.5米/分鐘之導線熔化速度不合實際，原因在於達成該種導線熔化速率所需之電流將大於對該種自耗性導線推薦之最高電流。

於此階段，未知增加電極伸長度的實際上限。該議題
5 因電流電源特有限制而變複雜。延長導線預熱長度，特別延長至約100毫米，需要比可利用之電壓更高的操作電壓，因此為了達成該種極高導線熔化速率，預期需要帶有對應電源供應之新穎高速導線饋送單元。雖言如此，營構第8圖所示尖端50d。尖端50d之構造由第6圖顯然易知。此例
10 中，尖端50d總長112毫米，石墨插入件70d長13厘米，石墨插入件72d長88毫米。再度鏜孔52d之接續區段直徑係對第6圖之尖端50b詳細說明。有效預熱長度約100毫米，導線末端變極柔軟，而於焊接期間難以均勻一致饋送。焊接品質變不一致，考慮現有電源供應技術的極限，預熱長度
15 100毫米被視為直徑0.9毫米導線之實際上限。雖言如此，使用第7及8圖所示尖端之經驗指示約100毫米之預熱長度用於直徑大於1.2毫米之導線為實際可行。

需了解曾經製造陶瓷延長件來對習知銅尖端作電極延長。但習知銅尖端相關之饋送能力相對不佳，以及焊接導
20 線預熱後之長度柔軟，因而無法獲得此類型效益。

雖然第7及8圖所示尖端50c及50d為包含銅合金本體、石墨插入件及陶瓷導件管之複合尖端，但該設計原理也同等應用於如就第5圖尖端50a所述，製造基於二加壓點之長型尖端。重要地也需了解金屬本體無需為銅合金。鋼為可

玖、發明說明

接受。主要對使用銅之要求為耐火瓷漆塗層施用於尖端外表面俾減少濺鍍的黏著。

也要緊地需了解可使用多於兩個加壓點。對直徑3毫米或以上之極為硬挺的導線而言，較佳沿鏜孔軸線有三個
5 間隔緊密的加壓點，但於徑向方向彼此異位間隔120度。藉此方式，預期三點中之兩點將接觸自耗性導線。

就目前可利用之機器之導線饋送速度極限而言，為了達成較高沉積速率，需使用直徑大於0.9毫米之自耗性導線。適用相同設計原理，關鍵設計指南係限制石墨插入件
10 長度，因而防止導線埋設於石墨的兩個分開區域。導線之挺度係依據直徑而定。隨著導線直徑的加大，挺度也升高。隨著挺度的升高，接觸尖端磨耗速率增加。對第6圖所示該型接觸尖端而言，控制磨耗機轉為控制銅於尖端入口的磨耗速率。藉由將銅入口長度由例如第6圖所示之4毫米
15 增加至約10毫米，可延長尖端的使用壽命。銅長度愈長，則將展開因自耗性導線之曲率造成的負荷，因而將減低銅接觸面積之磨耗速率。增加銅接觸長度之缺點為導線滑動於銅入口長度時當銅於多於一點作良好接觸時造成短路。結果導致銅的溶蝕，以及由於導線與鏜孔之銅部件黏著而
20 造成饋送能力降低。另一項缺點為導線於尖端內部之預熱長度縮短。

替代過度增加接觸尖端入口長度之實用替代之道，係使用不同材料組合於尖端入口。第9圖顯示成功地嘗試用於高導線饋送速度以及直徑1.2毫米之自耗性導線範例。

玖、發明說明

第9圖顯示接觸尖端50e，其中對應於第4圖之尖端50之組成元件帶有相同參考編號加上「e」。尖端50e有一本體，該本體界定區段54e及60e，其大半為銅製成。但區段54e包括插入件74於銅本體。插入件74為環形且由燒結鎢製成。插入件74界定錐形件59e，且界定鏜孔52e長度61e之長3毫米之鏜孔入口部件。鎢插入件74之外部直徑比區段54e銅部件之凹部大，約大0.05毫米，插入件74於尖端的組裝期間壓迫入銅本體內部。鎢插入件提供二電流傳輸組成元件中之第一者，選用鎢，由於其電阻可藉自耗性導線滑動磨耗。僅接於鎢插入件74後方，有個銅界定之8毫米鏜孔部件長度61e。相對於鎢，銅對滑動磨耗之電阻低，於此種配置下，銅實際上可替代第6圖所示該型尖端使用的石墨插入件。尖端區段64e為可切削陶瓷製成之長18毫米之插入件。用於直徑1.2毫米之導線，鎢插入件74長度61e鏜孔部件直徑約為1.3毫米，長度61e之銅製鏜孔部件直徑約為1.25毫米，陶瓷插入件之長度62e之鏜孔區段64e直徑約為2.0毫米。當導線進入尖端時，導線滑動於鎢插入件74上，且埋入銅內部，隨後經由陶瓷區段64e被導引出尖端之外。鏜孔導引部件直徑之階級變化小但顯著。階級夠大，因而可於該階級或超過階級，於銅建立明確界限的接觸區。精確位置係依據導線與鏜孔間之餘隙、以及依據導線挺度及曲率決定。後備電流傳輸區為於毗鄰階級該區之鎢插入件。電流傳輸區係於大致相當電位操作，不可能出現斷路條件。預熱長度經過明確界限，導線熔化速率均勻一

玖、發明說明

致。導線順利通過之阻礙小，因而可達成高速導線饋送速度。此類型尖端之使用壽命係由鎢之磨耗速率控制。對於未施加脈衝之GMAW以及約15米/分鐘之導線饋送速度，維持該熔化速率所需電流對施加34伏特電壓而言約為290

5 安培。對習知銅尖端而言，於相等導線饋送速度，所需電流約為400安培。甚至於不能高之導線饋送速度，尖端使用壽命約為2小時。鎢難以切削且相當昂貴，因此插入件74較佳儘可能燒結成其最終尺寸。其它可行之替代之道為可硬化碳鋼、銀鋼、白鐵、以及以鎳及鈷為主之硬面合金10。一種工具鋼(亦即銀鋼)既有效又方便使用。此種銀鋼為1%碳工具鋼，提供偏心接地來封閉公差。銀鋼可切削，切削之後實質可藉加熱處理硬化。於其原先供應條件以及於其加熱處理後的條件，銀鋼可成功地用作鎢的替代品。

另一種如第9圖所示鎢-銅組合之選項係於軟鋼本體有15 銀鋼插入件。如此提供本體與插入件間熱膨脹係數的匹配良好。

於高導線饋送速度，經銅塗覆之鋼自耗性導線與銅尖端間之黏著磨耗加速明顯。由於尖端內部環境大致為化學惰性，故氧化物膜難以形成於銅鏜孔的暴露部分以及導線20 本身。於無表面氧化物膜存在下，銅連結至銅，故導線被推送通過尖端時，導線的磨耗加速。可用於替代銅之替代品為灰鑄鐵。於灰鑄鐵的石墨確保合金可自我潤滑。雖然某些等級的灰鑄鐵可切削加工，但灰鑄鐵製成的接觸尖端本體為脆性，容易於插入操作，例如緊密嵌合(較佳干擾

玖、發明說明

嵌合)之無插入件插入時於拉伸應力之下破裂。雖言如此，灰鑄鐵可用作插入件來替代於複合材料尖端之銅接觸區。此種組合之範例為一種尖端，其包含銅本體帶有經過熱處理之銀銅製成的插入件，接著為灰鑄鐵，接著為可切削

5 加工陶瓷。

第10圖顯示一尖端，其係類似第9圖之尖端50e，但本例中參考符號係如同第4圖加上「f」。第10圖之尖端50f中，插入件78為鑄鐵製成而非銅製，插入件76為銀銅製成，同時區段64f再度包含可切削陶瓷插入件。切削後，插入
10 件78經加熱處理俾提高硬度及耐磨性。

重要的需了解導電性插入件與尖端金屬本體間之電接觸電阻需減至最低，例如對接觸電阻1毫歐姆(舉例)以及電流300安培而言，接觸區之電阻加熱將高達90瓦。如此導致尖端過度加熱，造成性能不良及使用壽命縮短。因此推
15 薦插入件與尖端金屬本體間之嵌合(較佳為干擾嵌合)須儘可能地緊密，須使用導電弧來填補插入件外表面與金屬本體匹配內表面間之任何空間。若如第10圖之尖端50f案例，使用多於一個插入件時，此點特別重要。導電弧之替代之例係銅焊或焊接導電插入件於尖端金屬本體，藉此確保
20 尖端本體與傳導插入件之電阻為極低。雖然該例經適用於直徑1.2毫米之自耗性導線，但方便應用於直徑大於或小於1.2毫米之自耗性導線。主要要求係建立明確界限且緊密的電流傳輸區，俾便減少斷路的可能。後述要求可使用加壓點達成。也可經由選擇成對導電性材料之適當組合達

玖、發明說明

成，因此此對中之一成員對滑動磨耗有高耐性，而另一成員則對磨耗具相對較低耐性。經由導線埋入相對高磨耗性材料，達成且維持穩定電接觸，因此藉耐磨元件性質控制尖端壽命。經由使用鏜孔直徑之階級變化(導電區由單一材料製成)，可降低斷路的可能。此種情況下，導線埋入階級材料內，建立相對於鏜孔導電部件內部其它可能的導電路徑，相對低電阻之明確界限的導電路徑。

於產業情況下，例如必須於焊炬之垂直向下方向向下焊接，焊接濺鍍為無法避免，原因在於電流由自耗性導線連續流至工作件係由焊池的向下流動彌補。因此可能形成濺鍍，濺鍍也將黏著於尖端銅本體，也黏著於陶瓷插入件的暴露面。最終濺鍍累積，形成由尖端冒出之導線至尖端銅本體之連續導電路徑。結果導致尖端性能顯著劣化。如此，經由使用耐火瓷漆材料(例如高溫引擎瓷漆)塗覆尖端本體外表面，減少濺鍍的黏著，且防止由尖端冒出之導線連接至尖端本體之導電路徑形成，可改良尖端性能及壽命。使用引擎瓷漆塗覆之替代之道係以電絕緣耐火材料(如氧化鋁)噴霧尖端本體外表面。因焊接濺鍍只會微弱黏著於鍍塗層，故另一替代之道係將尖端本體外表面鍍鎳。

濺鍍積聚問題可採另一種方式解決。第11圖顯示尖端50g，其對應於第4圖尖端50之組成元件帶有相同的參考符號加上「g」。尖端50g包括先前於第4至10圖所示尖端設計之修改。此等修改與第4至10圖所示各個尖端相容。實際上，陶瓷蓋80栓至修改後尖端50g之出口端65g的銅本體，

玖、發明說明

防止濺鍍由鏜孔52g連續堆積至尖端本體。此類型蓋80之較佳材料為強韌緻密之陶瓷材料。蓋80可減少包含區段64g之陶瓷插入件末端之溶蝕磨耗。此種溶蝕磨耗原因在於暴露於強力電弧照射、以及來自於濺鍍粒子的衝擊。第5 11圖之修改例中，包含尖端50g區段64g之陶瓷插入件，略為凸起超出銅本體出口端，顯示於82。凸部82可防止陶瓷蓋80內面與接觸尖端之區段64g末端間之腐蝕過程。若無間隙存在，無法形成冷凝濺鍍粒子由鏜孔導線延伸至尖端本體的連續電路徑。陶瓷蓋80之鏜孔84直徑比自耗性導線10 直徑大，約0.5至1.0毫米之範圍，因此小於或等於包含區段64g之陶瓷插入件內部之鏜孔區段62g直徑。

對於自耗性導線與陶瓷蓋間之餘隙於此範圍之下限端，陶瓷蓋80也用來停止例如因導線饋送速度不穩定造成的回燃。因導線饋送速度瞬間降低時電極回燃，電極末端之15 熔融金屬預期於陶瓷蓋80鏜孔84之極短長度以內固化。由於尖端50f不再能發揮功能，故焊接停止。但藉新蓋來更換蓋80，方便修復尖端50f，重新恢復焊接操作。

陶瓷蓋可對相對短尖端做出額外修改。此項修改係刪除陶瓷插入件，蓋不僅用於保護避免濺鍍，同時蓋也作為20 導線由尖端突出的導件。

前文說明有關第3至11圖之接觸尖端原理主要係有關GMAW尖端。但該等原理也適用於SAW。第12圖顯示適用於SAW之尖端150範例。尖端150設計用於直徑3.2毫米之導線。如同GMAW，尖端150可實質降低欲測定之熱輸入

玖、發明說明

。對於相當之於500安倍操作之銅尖端而言，以對應於尖端150之實驗性尖端對相同導線饋送速率所得電流約為300安倍。

進一步參照第12圖，接觸尖端150對應第4圖尖端50之
5 對應部件有相同的參考編號加一百。如所示，尖端150有個銅合金製成的主體51，其包括螺紋區段154於其輸入端以及主區段160。區段154於157有外螺紋，且界定錐形導件159，前導至鏜孔152。但此種情況下，鏜孔152之入口端區段係界定於區段154內部。

10 如所示，尖端150之本體51係於53由末端165，順著區段160全長反鏜孔，反鏜孔一小段距離進入區段154內部。尖端150也包括二部件式區段164，區段164包含管形石墨插入件55a及管形石墨插入件55b。如所示，插入件55a比插入件55b短，區段164整體略比本體51之鏜孔53長度短。
15 區段164完全容納於反鏜孔53內部，反鏜孔之末端區段具有陶瓷膠黏劑63之筒形套筒設置於其中。如此總而言之，由錐形件159之末端165，鏜孔152係由銅合金區段154、石墨插入件55a及陶瓷插入件55b界定，陶瓷膠黏劑插入件63提供鏜孔152連續至末端165。此外，如所示，耐火套筒65
20 設置於套住本體51出口端，保護於浸沒式電弧處理時不會經由助焊劑產生電弧放電。

第12圖中，鏜孔152直徑為3.4毫米，石墨插入件55a及陶瓷插入件55b各別外部直徑為9.5毫米。尖端意圖用於直徑3.2毫米之自耗性導線。

玖、發明說明

如同於第3圖參照裝置50對石墨尖端所述，設置一次接觸點於鏜孔152內部之原理也可應用於第12圖之高電流複合物尖端。一個接觸區係於銅本體51之鏜孔152入口端。第二接觸區係於石墨插入件55a，位於插入件55a之入口端。雖然石墨相對於銅之電阻率高，將減低電流傳輸效率，但電流傳輸效率的減低可藉由導線與石墨插入件間之較大接觸面積補償。石墨與導線間之接觸可經由縮小石墨鏜孔直徑約0.1毫米而進一步改良。此種縮小0.1毫米比第9及10圖使用的數值更高，但約略與自耗性導線直徑成正比。兩個電流接觸區彼此毗鄰，實際上可於相等電位操作，且等於正常為閉路之電接點。有效電流傳輸點係位於鏜孔銅部件與石墨插入件入口端之接合部之緊鄰附近。第12圖之配置之變化例中，錐形導件159延伸貫穿而重新定位鏜孔152入口端於插入件55a之較近端，裝置50如同第3圖，裝置50設置於插入件55a，毗鄰於鏜孔152入口端。

第13圖顯示另一接觸尖端，容後詳述，該接觸尖端係用於參照第19及21圖所述焊接程序。第13圖之尖端整體形式類似第9圖之尖端50e。因此第13圖尖端之對應部件帶有第9圖之相同參考編號加一百。

雖然第9圖之尖端50e係使用直徑1.2毫米之自耗性導線，但第13圖之尖端150e係使用2.8毫米之硬面導線，利用該硬面導線製造第19圖之焊接板上的珠。尖端150e總長度為45毫米。整合一體成形之區段154e及160e係由銅合金製成，包含區段164e之插入件係由可切削陶瓷製成。插入件

玖、發明說明

174為銀銅製成，本例中於切削後未經加熱處理。鏜孔部件161e於插入件174具有直徑3.1毫米，於插入件174與區段164e插入件間由銅合金界限之部件161e縮小至3.0毫米。鏜孔152e之部件162e之直徑為3.8毫米。

5 插入件174之錐形件159e將電極導線導引入鏜孔152e。
鏜孔152e之部件161e之直徑較小，此處部件161e係由銅合金界限而非由插入件174界限。又插入件174之導電率比銅合金低。由於此等因素，電極導線與銅合金作主要電接觸。於銅合金與陶瓷插入件164e間之接合部，鏜孔152e直
10 徑於插入件直徑增加，造成主要位置毗鄰插入件164e。插入件164e之製造材料陶瓷具有相對低導電率，因而排除任何二次接觸，該二次接觸可能造成主要電接點的短路。

自耗性導線之饋送能力是個不僅與尖端鏜孔同時也於陶瓷導件相關議題。如此製作帶有錐形入口端之陶瓷插入
15 件，且架設於第9圖所示該型尖端，但本特例中，金屬插入件為銀銅製成而非鎢製成。尖端使用加脈衝之MIG電源成功測試。第14圖所示尖端細節(顯示另一接觸尖端)係類似第9圖之尖端150e。第14圖尖端之對應部件具有如第9圖使用之相同參考編號加上兩百。

20 尖端250e之總長度為36毫米，插入件274與區段264e間之間隔5毫米。於插入件274界限之長度261e，鏜孔252e直徑為1.3毫米，於銅合金界限長度261e為1.25毫米，以及於區段264e插入件界限長度262e為2.0毫米。除了尺寸不同外，尖端250e之進一步特色與第9圖之尖端150e不同。如

玖、發明說明

所示，區段264e之陶瓷插入件具有截頭錐形入口77，其係類似插入件274之錐形件259e。入口77錐形向下至區段264e鏜孔252e直徑2.0毫米。相信設置錐形入口77有助於導線饋送能力。

5 本發明之各具體實施例中，一次電接觸之短路可藉由於主控電流供應路徑上建立電接觸予以避免。換言之可做二次接觸，但非於適用於一次電接觸的低度接觸電阻。此種接觸電阻差異增高，某些例中係經由選擇界定鏜孔一次接觸區以及鏜孔其餘部分之材料達成；以及經由鏜孔其餘
10 部分之直徑略大於該區達成。第15圖顯示接觸尖端150g之替代形式。本接觸尖端係基於第11圖之尖端50g之部件，因此對應部件有相同參考編號加一百。

 由第9圖尖端50g之說明將可部分了解接觸尖端150g之細節。如此於鏜孔區段161g以接觸尖端50g之相同方式建
15 立一次電接觸。但並非確保鏜孔區段162g之二次接觸不會造成一次接觸的短路，反而係排除二次接觸。如此，鏜孔區段162g之直徑充分超過區段161g直徑，因而排除二次接觸。饋送通過尖端150g之電極導線沿軸向通過鏜孔162g，由絕緣端蓋180之導孔184所導引。

20 雖然含鐵金屬的焊接是業界主要焊接活動，但非鐵材料特別鋁的焊接重要性漸增。鋁具有低電阻率、高導熱率，相較於鋼以及不鏽鋼自耗性材料，極為柔軟而難以饋送。確實鋁相當難以饋送而通常需要特製的焊炬來焊接鋁。稱作為推拉槍，推拉槍之特徵為有二饋送機構，一者位於

玖、發明說明

捲線軸末端來將導線拉入焊炬內襯，另一者接近尖端來將導線經由內襯拉出，然後將導線推送通過尖端。導線與尖端鏜孔間之餘隙係大於亞鐵自耗性材料，而配合例如導線扭結等不規則。如同亞鐵自耗性材料，鋁導線熔化速率以

5 下式表示：

$$W = aI + bLI^2$$

但因鋁的電阻率相當低，故電阻加熱項 bLI^2 幾乎可忽略。

因此顯然使用根據本發明之接觸尖端焊接鋁時無法獲益。

但實驗上發現並非如此。饋送能力改良加上對應電弧穩定的

10 的組合，結果對穩定導線饋送速率獲得電流降低。用於4043等級及直徑1.2毫米之鋁合金自耗性材料，典型要求達成8米/分鐘導線熔化速率之典型電流用於傳統銅尖端為180安培。可使用第9圖所示該型尖端降至約10安培。

本發明進一步提供一種適合用於使用自耗性電極作電
15 弧焊接之自耗性電極饋送系統，本發明也提供各別具有饋送系統之電弧焊槍及電弧焊接裝置，其中該饋送系統包括維持導線或焊條(組成電弧焊接之自耗性電極)供應之裝置，導線或焊條可通過之電路係由入口端貫穿至電路出口端，以及饋送裝置，該裝置可將導線或焊條由盛裝裝置拉伸
20 而於縱向方向移動通過導管，其中饋送系統進一步包括根據本發明之接觸尖端，接觸尖端係相對於導線出口端安裝，讓導線或焊條通過接觸尖端之鏜孔。

除了接觸尖端外，本發明之饋送系統類似習知使用自耗性電極之電弧焊接使用之饋送系統。如此盛裝裝置可為

玖、發明說明

盛裝自耗性導線或焊條線圈之捲線軸，饋送裝置可為電力驅動滾軸系統，該滾軸系統可回應於控制系統將自耗性電極由捲線軸拉出，且饋送通過導管及接觸尖端。導管可為金屬或聚合物，接觸尖端較佳係安裝於導管出口端之接觸尖端夾持器。

於具有根據本發明之饋送系統之焊接裝置，自耗性電極饋送裝置控制系統之電源供應器、以及提供焊接電流之電源供應器可類似習知適用於使用自耗性電極焊接之電弧焊接裝置使用的電源供應器。但如前文指示，本發明之接觸尖端可獲得自耗性電極更順利的饋送過程，以及減少焊接電流需求。

根據本發明之尖端，導線未黏著於尖端。電流係供給於或接近於入口端，然後可預熱行進通過尖端的導線。導線與尖端間缺乏黏著，因而於尖端內部較不可能建立並聯電流路徑。此種電流將降低預熱機構效果。由實驗上觀察對本文件所述之尖端而言，對含鐵自耗性電極可達成大部分(即使非全部)最高預熱。對於較高電流，此種預熱機構為主控機構。電阻加熱比電弧加熱更容易控制，因此更穩定。如此煙霧及濺鍍程度減低。對鋁而言，自耗性電極之電阻率過低因而極少有預熱。雖言如此使用此種新穎尖端帶來饋送能力的改良，可達成熱輸入小量(但可量測的)降低。

通常焊接金屬沉積速率(對指定電流而言)可經由建構本發明之接觸尖端成為可增加有效電極伸長率之形式而增

玖、發明說明

進焊接金屬沉積速率。現有設計可以多種方式改良，設計用以藉本發明之接觸尖端獲得最理想效果。例如接觸尖端可為伸長之單件形式，帶有一個切削鏜孔，因而確保接觸尖端與自耗性電極於鏜孔入口端間作連續電接觸，鏜孔其餘長度之截面積略為較大。其餘長度可作為自耗性電極的導件，則可於由接觸尖端送出至電弧前實質加熱。對指定電流而言，如此可獲得較高沉積速率。此外對指定自耗性電極熔化速率而言，經由電阻加熱可達成較低能量輸入。

參照第6圖，顯示於焊接板上珠粒之巨觀相片，該珠粒係使用類似第9圖之尖端50e之接觸尖端產生。但替代鎢插入件74，使用類似之銀銅製成的插入件。鋼插入件之鏜孔52f長6毫米，於毗鄰銅合金長度部件61f，長度5毫米。用以產生第15圖焊接之焊接參數列舉於表2。第17圖為由接近第16圖之焊珠頂區拍攝之顯微相片。

15

玖、發明說明

表2. 用於焊板上珠粒高沉積速率之焊接參數

焊接類型	板上珠粒高沉積速率
自耗性電極	經以銅塗覆之銅線，ES6
導線直徑	1.2毫米
基板材料	軟鋼
基板厚度	20毫米
屏蔽氣體	5%二氧化碳，3%氧氣以及差額為氬氣
焊接位置	下手
電壓	39伏特
電流	410安培
極性	DCEP
電源	恆定電壓，反相器
絕緣	20毫米
導線饋送速度	27.5米/分鐘
沉積速率	14.3千克/小時
行進速度	400毫米/分鐘
熱輸入	24千焦耳/厘米

由第16及17圖顯然所示焊接具有高品質。儘管係以極高沉積速率使用極高導線饋送速度產生，但比較使用習知銅合金接觸尖端之目前實施方式仍可減少熱輸入。使用習知GMAW方法採用銅合金尖端用於表2所示導線饋送速度，無法獲得高品質大致無濺鍍的焊接。焊珠與基板間完全融合，熱影響區段狹窄，顯微結構概略為均質。焊珠之顯微結構顯示多種形式之鐵氧體，包括針狀鐵氧體，針狀鐵氧體有利於耐衝擊韌性。於巨觀或微觀方面皆未顯示孔隙度證據。

第18及19圖為焊接板上另外二珠之巨觀相片，但焊珠

玖、發明說明

係由FCAW產生。第18圖顯示使用習知銅合金接觸尖端藉目前實施例沉積之珠。第19圖顯示使用根據第13圖之接觸尖端沉積之珠。操作參數列舉於表3。

表3. 使用FCAW(融合芯電弧焊接)沉積之板上焊珠之焊接參數

	先前技藝	本發明
焊接類型	珠於板上	珠於板上
自耗性電極	高碳高鉻白鐵	高碳高鉻白鐵
導線直徑	2.8毫米	2.8毫米
基板材料	軟鋼	軟鋼
基板厚度	10毫米	10毫米
屏蔽氣體	無，換言之開放性電弧	無，換言之開放性電弧
焊接位置	下手	下手
電壓	28.5伏特	28.5伏特
電流	410安培	390安培
極性	DCEP	DCEP
電源	恆定電壓，直流整流器	恆定電壓，直流整流器
絕緣	20毫米	20毫米
導線饋送速度	3.3米/分鐘	5.1米/分鐘
沉積速率	7.5千克/小時	11.6千克/小時
行進速度	800毫米/分鐘	800毫米/分鐘
熱輸入	8.8千焦耳/厘米	8.3千焦耳/厘米

5

第20及21圖為分別由第18及19圖之焊珠拍攝之顯微相片。第20圖顯示白鐵自耗性材料已經使用來自鋼基板材料稀釋。該稀釋足夠讓顯微結構變成低共熔性，顯微結構的關鍵特色為奧氏體之樹狀結晶於共熔混合物基體。相反地，第21圖顯示雖然白鐵自耗性材料已經使用基板材料稀釋，但其稀釋程度實質係低於第20圖所示。如此第21圖中

10

玖、發明說明

，顯微結構為共熔至高共熔而非低共熔。第20及21圖之顯微相片係由各珠之類似位置拍攝，換言之由板上焊珠中心拍攝。

參照表3及第18及19圖，發現第19圖之沉積物之高度係高於板面，俾使用第18圖焊珠所得對應高度高約75%。第19圖焊珠寬度比第18圖焊珠寬度小約15%，但由相等前進速度之沉積速率顯然易知，第19圖之接觸尖端及參數比第18圖可達成沉積焊接金屬重量增加約55%。於所需電流程度以及熱輸入兩方面也略為減少。整體言之，第19圖及表2強調本發明比較目前實施例用於硬面具有極為顯著的效果。

第22圖為藉本發明產生重疊焊接之巨觀相片。使用之焊接尖端同第9圖所述。焊接參數列舉於表4。焊珠完全熔接於二鋼板，可沿熔接線適當穿透但不會過度穿透，且熱影響區段狹窄。未顯示任何孔隙度。

玖、發明說明

表4. 高生產力重疊焊接之焊接參數

焊接類型	板上珠粒高沉積速率
自耗性電極	經以銅塗覆之銅線，ES6
導線直徑	1.2毫米
基板材料	軟鋼
基板厚度	3毫米
屏蔽氣體	18%二氧化碳，差額為氬氣
焊接位置	20度垂直向下
電壓	34.5伏特
電流	320安培
極性	DCEP
電源	恆定電壓，反相器
絕緣	20毫米
導線饋送速度	15米/分鐘
沉積速率	7.9千克/小時
行進速度	1800毫米/分鐘
熱輸入	3.7千焦耳/厘米

- 評比新穎焊接程序之適合性之一項先決要件係製造焊接測試板，分析焊接金屬之機械性質。如此為了進一步評
- 5 比本發明，製造焊接試驗板。用於焊接試驗板，於支持於支持桿上之兩片板各別的斜角緣間產生單一V字形切槽或抵觸焊接。各板為厚20毫米之低碳鋼板，背板厚10毫米，板間之根間隙為12毫米，板緣夾角為45度。使用第9圖之接觸尖端焊接，焊接參數詳述於表5。

玖、發明說明

表5. 試驗板之焊接參數

自耗性材料	ES6經以銅塗覆之鋼線
導線直徑	1.2毫米
板材料	20毫米低碳鋼
背板	10毫米低碳鋼
屏蔽氣體	市售二氧化碳/氧氣/氬氣混合物
電壓	41.5伏特
電流	430安培
極性	直流正電極
電源	恆定電壓，MIG
絕緣	20毫米
導線饋送速度	27.5米/分鐘
沉積速率	14.2千克/小時
行進速度	400毫米/分鐘
交叉通過溫度	160°C 最大值
熱輸入	26.8千焦耳/厘米

根據ANSI/AWS A5.20-95(美國標準協會/美國焊接學會)陳述的指南，由焊接沉積物成品切削衝擊試驗以及拉伸試驗樣品。機械試驗結果述於表6及7。

表6. 試驗板焊接金屬之機械性質

UTS	543百萬巴斯卡
0.2%強度要求	421百萬巴斯卡
伸長率	28%
衝擊強度於-20°C	133焦耳、121焦耳、118焦耳
衝擊強度於-40°C	105焦耳、99焦耳、92焦耳
衝擊強度於-60°C	69焦耳、67焦耳、37焦耳

玖、發明說明

表 7. 試驗板焊接硬度

	橫向1(HV10)	橫向2(HV10)	橫向3(HV10)
親代材料，最小值	159	162	164
親代材料，最大值	168	164	166
HAZ，最小值	169	160	163
HAZ，最大值	202	179	197
焊接，最小值	165	171	173
焊接，最大值	196	186	206

表 6 所示性質顯示焊接金屬具有絕佳最終拉伸強度、伸長率及衝擊強度韌度。衝擊強度值指出焊接於低抵 -40
5 °C 溫度維持穩定。於 -60°C 之值展開，提示此種溫度接近過渡溫度，且相變換迫在眉睫。

有關表 7，對低碳鋼板親代金屬、親代金屬及焊接金屬之熱影響區段(HAZ)分別進行維克氏硬度(HV10)研究。沿著三橫向獲得硬度值。HAZ及焊接金屬之硬度值符合表
10 6 所示焊接金屬韌度。

金屬之化學分析顯示於表 8。此處指出矽及錳濃度指示極少有元素耗損。

玖、發明說明

表 8. 試驗板焊接金屬之化學分析

元素	焊接組成(%)
Fe	差額
C	0.05
Mn	1.2
Si	0.67
P	0.014
Ni	0.009
Cr	0.02
Mo	0.03
Cu	0.01
V	0.15
Nb	<0.01
Ti	<0.01
Al	<0.005
B	<0.0005

最後需了解未悖離本發明之精髓及範圍對前文說明之
部件構造及配置做出多種變更、修改及/或增添。

5 【圖式簡單說明】

第1圖以側視圖顯示先前技術接觸尖端之示意代表圖；

第2圖顯示於第1圖接觸尖端之各別操作條件下電極線
饋進速度相對於電流之變化；

第3圖以示意側視圖顯示本發明之接觸尖端之第一形
10 式；

第4至15圖以示意側視圖顯示根據本發明之接觸尖端
之進一步形式；

第16圖為使用本發明之接觸尖端製造之焊接板上之焊

玖、發明說明

珠之巨觀相片；

第17圖為第16圖之焊珠之顯微相片；

第18及19圖為巨觀相片分別顯示使用習知接觸尖端以及根據本發明之接觸尖端進行FCAW沉積焊珠於焊接板；

5 第20及21圖分別顯示第18及19圖沉積物之顯微相片；
以及

第22圖顯示使用根據本發明之接觸尖端製造之重疊焊接。

【圖式之主要元件代表符號表】

10, 30, 50, 50a-g, 150, 250e...接觸尖端	55a, 55b...石墨插入件
12, 32, 57, 157...螺紋區段	61, 61b, 62, 62b, 261e, 262e...長度，鏜孔部分
13, 59, 159, 259e...截頭錐形導件	66...加壓點
14, 34, 52, 52a-g, 152, 252e...鏜孔	67, 67a...徑向孔
14b...末端	68, 68a...固定螺絲
16, 36...接觸尖端本體	69, 69a...壓縮插塞
17, 37, 56, 58...入口端	70, 76, 77, 78, 274...插入件
18, 38, 65b, 165...出口端	72...陶瓷管
40...接觸裝置	74...鎢插入件
42...徑向通道	80...陶瓷蓋
43...柱塞元件	82...凸部
44...彈簧	84...鏜孔
45, 80...蓋	180...端蓋
53...反鏜孔	184...導孔
54, 54a-g, 60, 60b, 64, 64a-g, 154, 160, 164, 264e...區段	

肆、中文發明摘要

一種適合用於使用自耗性電極(自耗性焊條)之電弧焊接之接觸尖端，其具有一本體，該本體界定一個鏜孔，電極可通過該鏜孔，因而讓來自焊接電源供應器的電流可由本體傳輸至電極。鏜孔介於入口端與出口端間之部分長度，本體有至少一區為一次接觸區，本體於該區適合與電極做一次電接觸。順著鏜孔長度其餘部分，本體係設計適合讓沿其餘部分之本體與電極間之二次接觸實質不會短路於鏜孔一次接觸區的一次電接觸。

伍、英文發明摘要

A contact tip, suitable for electric arc welding using a consumable electrode, has a body which defines a bore through which the electrode is able to pass to enable electric current from a welding power supply to be transferred from the body to the electrode. In part of the length of the bore between an inlet end and an outlet end, the body has at least one region a primary contact region at which the body is adapted to enable primary electrical contact with the electrode. Along a remainder part of the length of the bore, the body is adapted such that any secondary contact between the body and the electrode along the remainder part does not substantially short circuit the primary electrical contact in the primary contact region of the bore.

拾、申請專利範圍

1. 一種適合用於使用自耗性電極之電弧焊接之接觸尖端，其中該接觸尖端具有一本體，該本體界定一鏜孔，電極可經由該鏜孔通過讓來自焊接電源供應器之電流由本體傳輸至電極；本體於鏜孔之介於入口端與出口端之長度部分，至少有一區(此處稱作一次接觸區)，於該區本體適合與電極作一次接觸；以及其中沿鏜孔長度其餘部分，鏜孔設計適合本體與電極間沿其餘部分之任何二次接觸實質不會短路鏜孔於一次接觸區之一次電接觸。
2. 如申請專利範圍第1項之接觸尖端，其中該一次接觸區係占鏜孔長度一小部分。
3. 如申請專利範圍第2項之接觸尖端，其中該一次接觸區係小於鏜孔長度之10%。
4. 如申請專利範圍第3項之接觸尖端，其中該一次接觸區係小於鏜孔長度之5%。
5. 如申請專利範圍第1至4項中任一項之接觸尖端，其中該一次接觸區之長度不大於約5毫米。
6. 如申請專利範圍第5項之接觸尖端，其中該一次接觸區之長度係小於約3毫米。
7. 如申請專利範圍第1至6項中任一項之接觸尖端，其中該一次接觸區係位於且接近於鏜孔入口端。
8. 如申請專利範圍第7項之接觸尖端，其中該本體界定一個錐形導件前導至該鏜孔之入口端。
9. 如申請專利範圍第1至8項中任一項之接觸尖端，其中

拾、申請專利範圍

該本體係經由將鏜孔配置成電極通過鏜孔時可埋入界定一次接觸區之表面，因而於一次接觸區可與電極作一次電接觸。

- 5 10. 如申請專利範圍第9項之接觸尖端，其中該鏜孔係配置成於鏜孔內，於較為接近接觸尖端入口端之一次接觸區末端，設置一些微階級，因而該區具有略為縮小的直徑。
- 10 11. 如申請專利範圍第10項之接觸尖端，其中該階級沿一次接觸區縮小鏜孔直徑，俾對指定導線尺寸提供總餘隙，該總餘隙實質係等於習知接觸尖端對該導線尺寸使用之總餘隙。
- 15 12. 如申請專利範圍第10項之接觸尖端，其中該階級沿一次接觸區縮小鏜孔直徑，俾對指定導線尺寸提供總餘隙，該總餘隙實質係小於習知接觸尖端對該導線尺寸使用之總餘隙。
- 20 13. 如申請專利範圍第10至12項中任一項之接觸尖端，其中該些微階級係由入口端藉反鏜孔設置。
14. 如申請專利範圍第10至12項中任一項之接觸尖端，其中該些微階級係經由尖端包括至少一個插入件設置，該插入件界限鏜孔之一部分直徑係與毗鄰部分直徑有適當差異。
15. 如申請專利範圍第1至8項中任一項之接觸尖端，其中該接觸尖端包括接觸裝置，藉該接觸裝置，電極被夾持成與界定鏜孔表面成滑動接觸於一次接觸區內部位

拾、申請專利範圍

置，因而提供尖端與電極間的一次接觸。

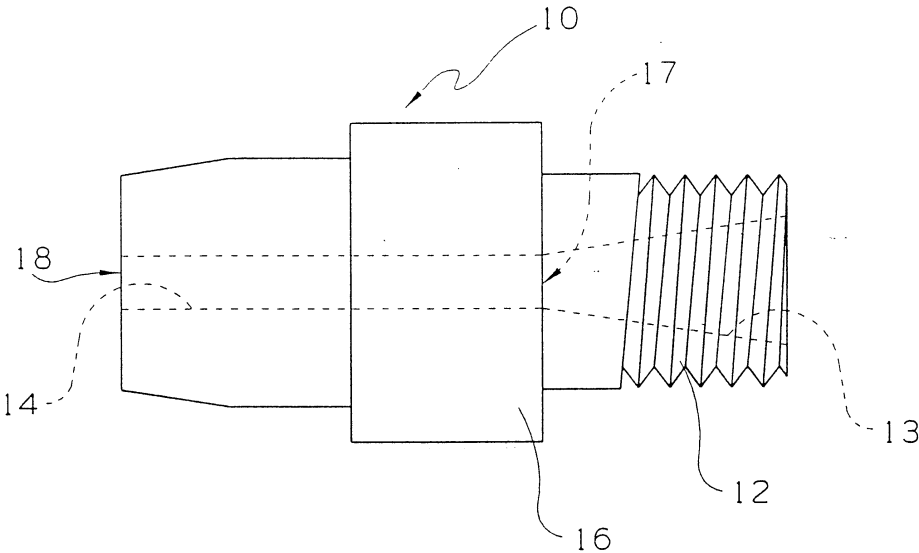
16. 如申請專利範圍第15項之接觸尖端，其中於至少兩個位置各別有一接觸裝置。
- 5 17. 如申請專利範圍第15或16項中任一項之接觸尖端，其中該接觸裝置為安裝於接觸尖端本體的螺絲，因而螺絲凸入鏜孔內。
18. 如申請專利範圍第15或16項中任一項之接觸尖端，其中該接觸裝置為安裝於安裝於接觸尖端本體之元件，該元件被彈性偏斜因而凸入鏜孔內部。
- 10 19. 如申請專利範圍第15至18項中任一項之接觸尖端，其中該接觸裝置可操作，經由電極與接觸尖端間的相對輕度滑動接觸而達成一次電接觸。
20. 如申請專利範圍第1至19項中任一項之接觸尖端，其中該接觸尖端具有沿其餘部分之鏜孔直徑可排除其餘部分作任何二次接觸。
- 15 21. 如申請專利範圍第1至19項中任一項之接觸尖端，其中該接觸尖端具有沿其餘部分之鏜孔直徑可於其餘部分作二次接觸，以及其中該一次電接觸可達成比滑動二次接觸更低的接觸電阻。
- 20 22. 如申請專利範圍第21項之接觸尖端，其中鏜孔其餘部分具有比一次接觸區更大的直徑。
23. 如申請專利範圍第21或22項中任一項之接觸尖端，其中鏜孔其餘部分係由一種材料界限，該材料係與界限一次接觸區之材料不同。

拾、申請專利範圍

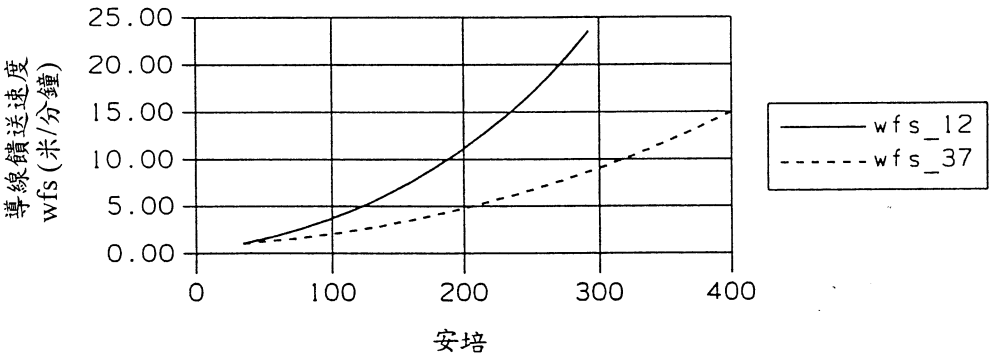
24. 如申請專利範圍第23項之接觸尖端，其中該界限鏜孔其餘部分之材料具有比界限一次接觸區之材料更低的導電率。

25. 如申請專利範圍第23項之接觸尖端，其中該界限鏜孔
5 其餘部分之材料為電絕緣性。

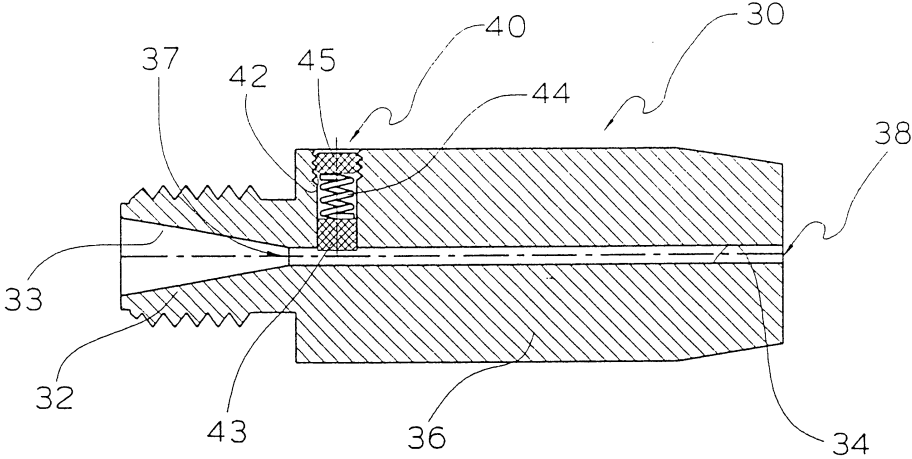
91132723



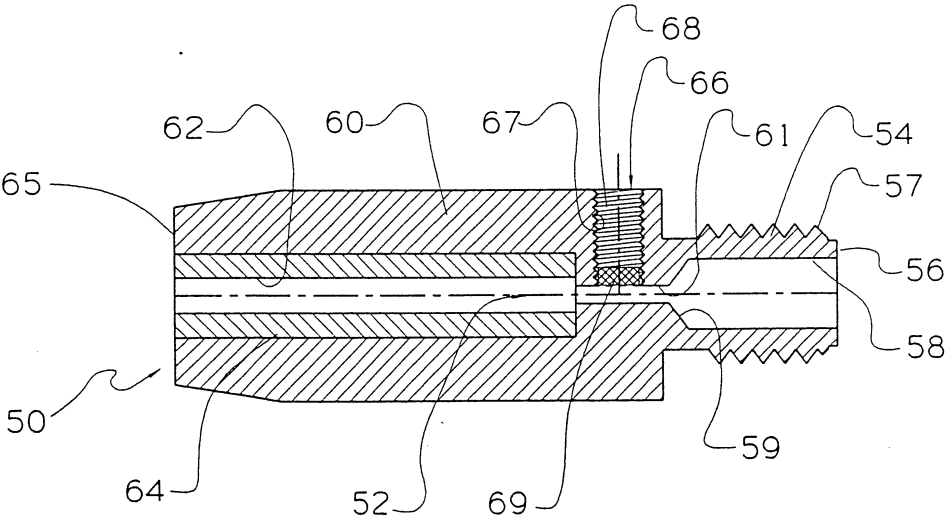
第 1 圖



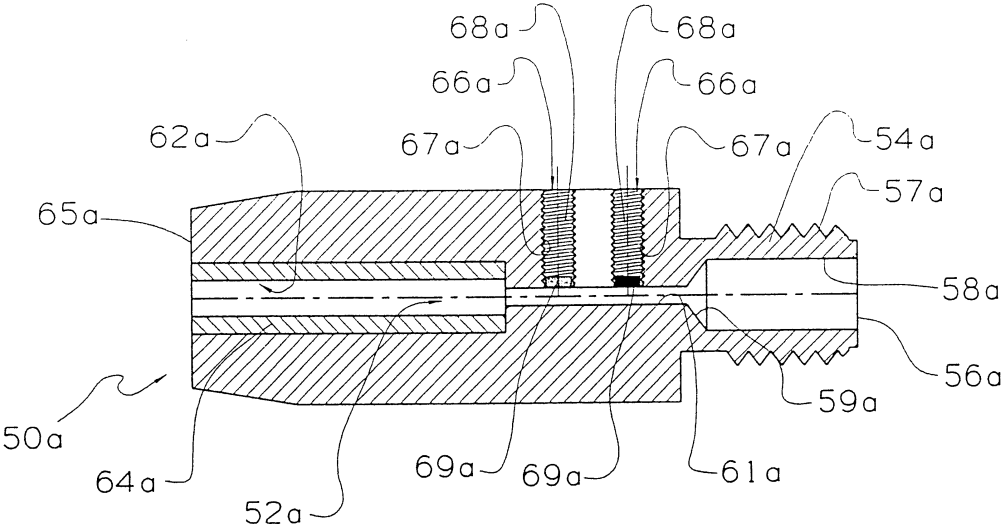
第 2 圖



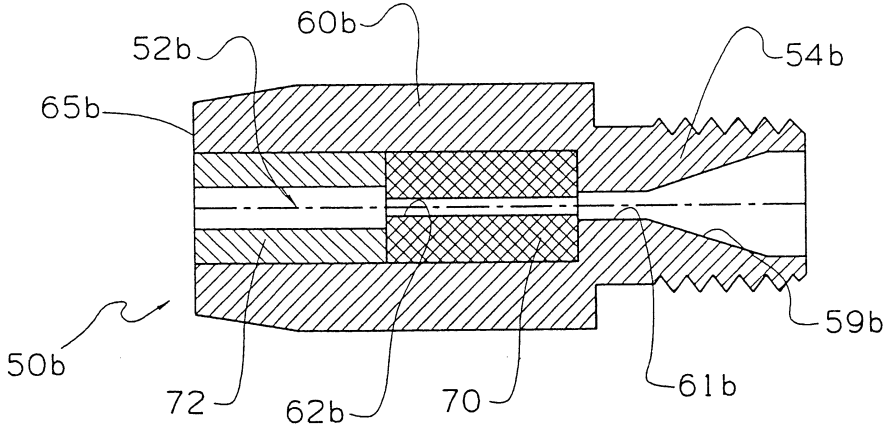
第 3 圖



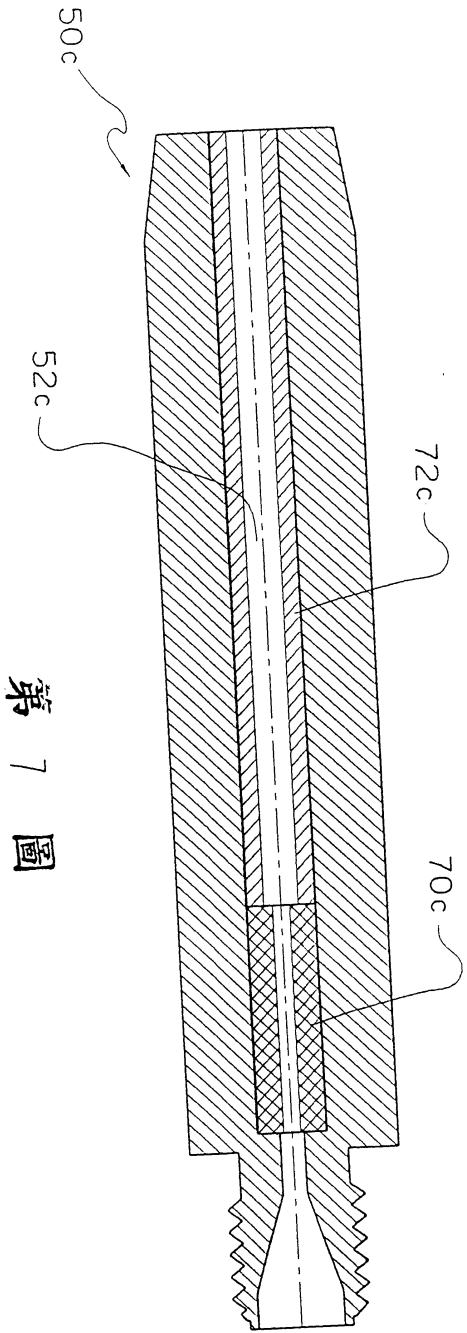
第 4 圖



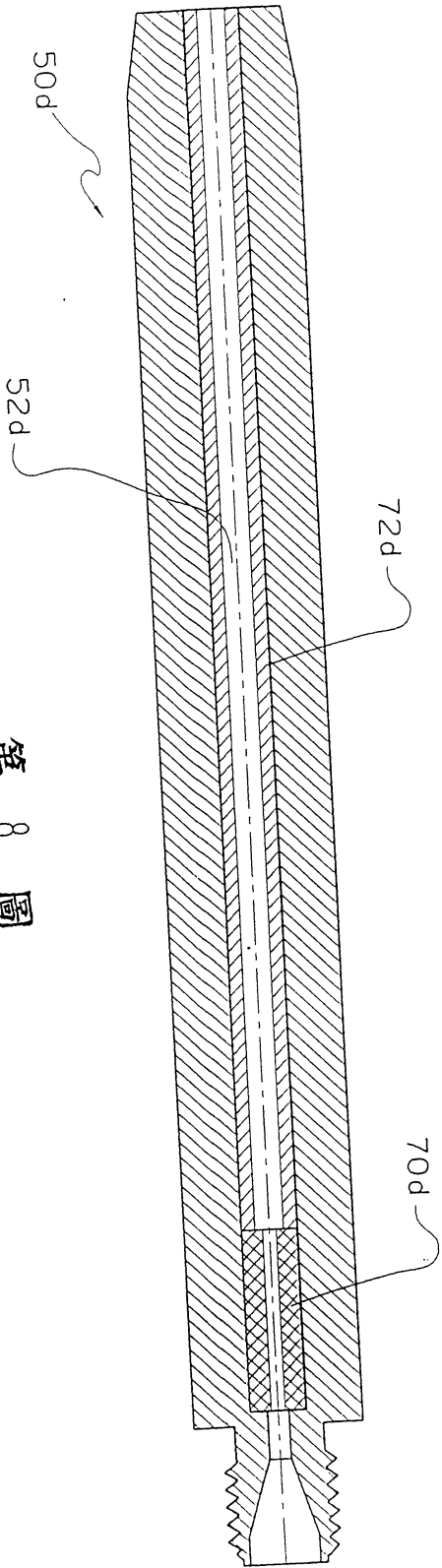
第 5 圖



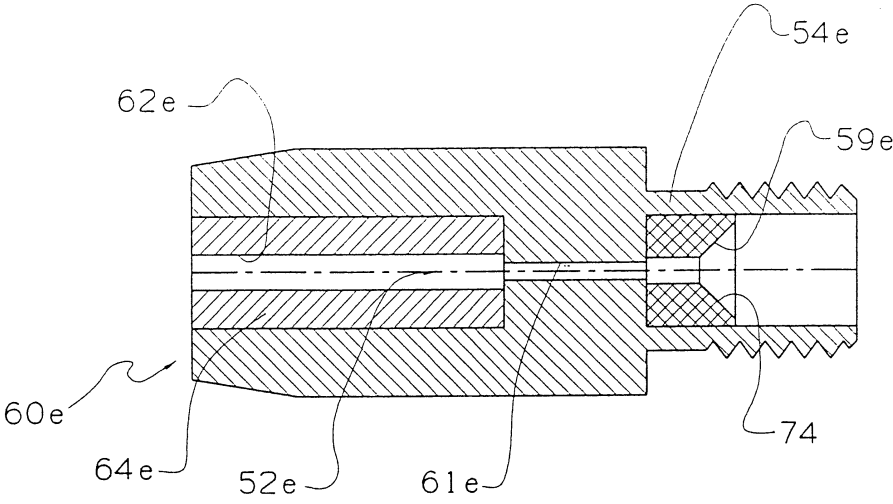
第 6 圖



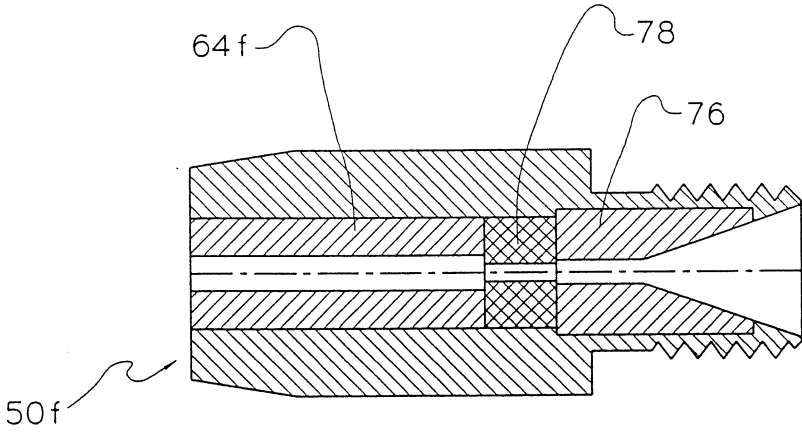
第 7 圖



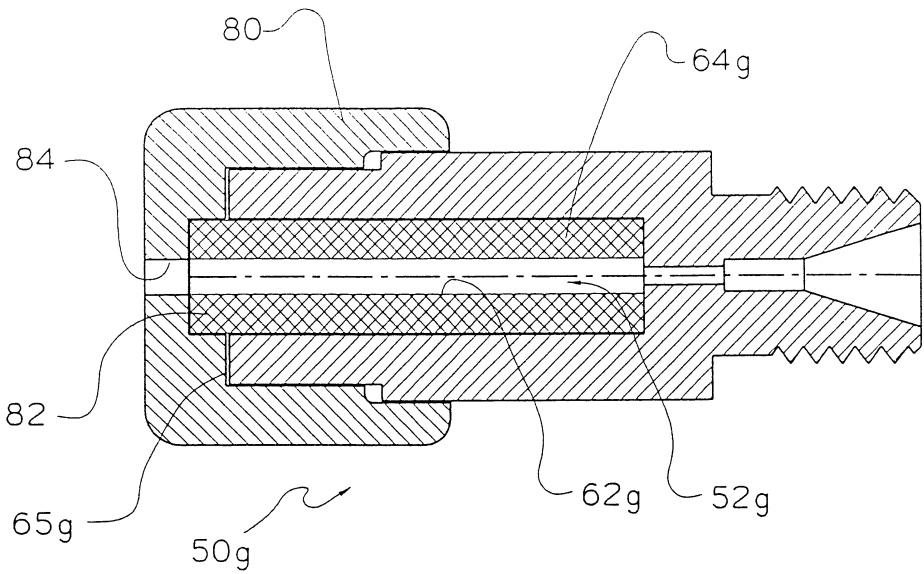
第 8 圖



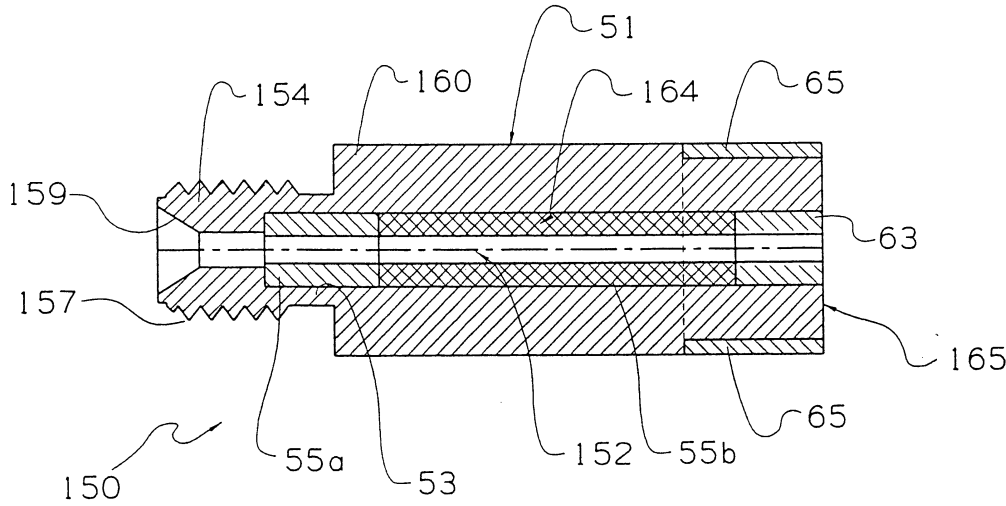
第 9 圖



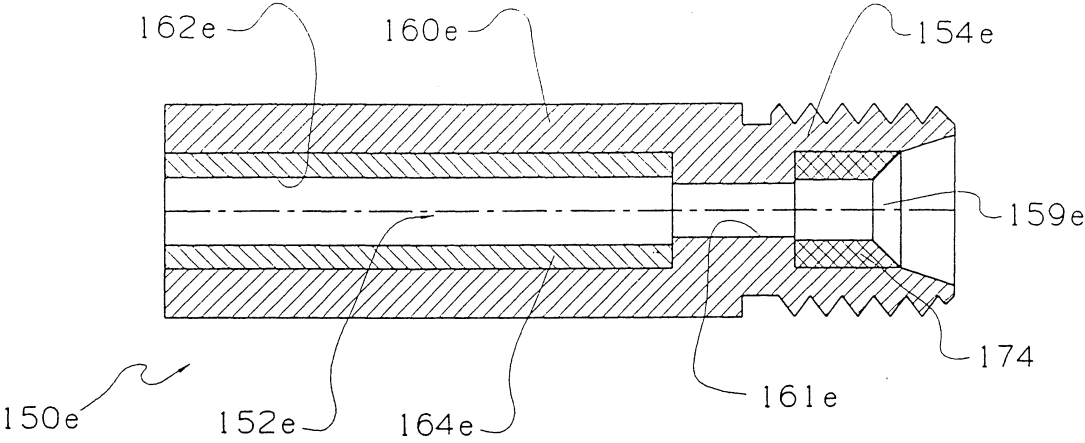
第 10 圖



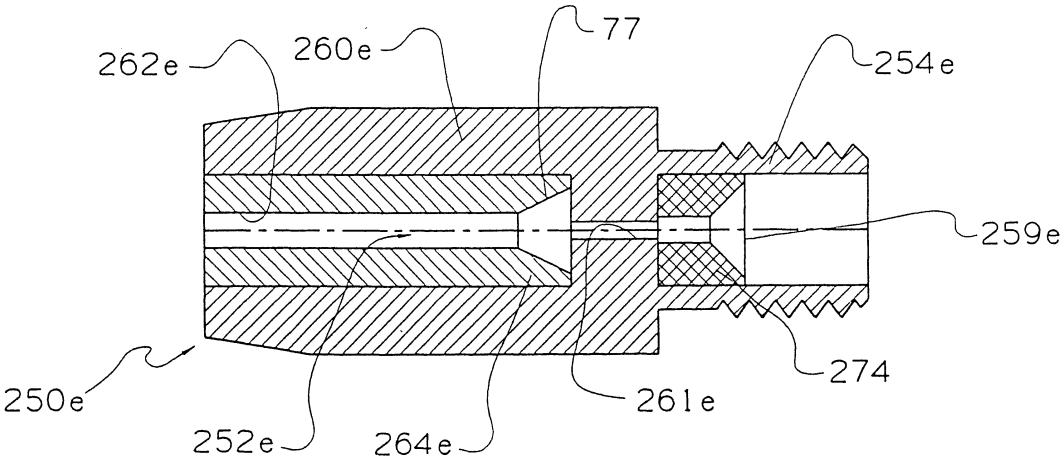
第 11 圖



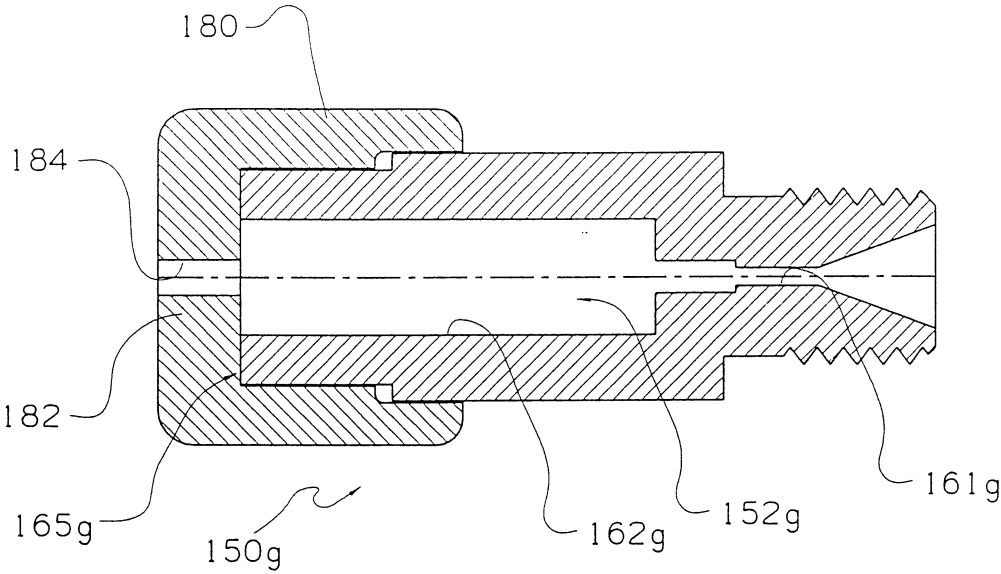
第 12 圖



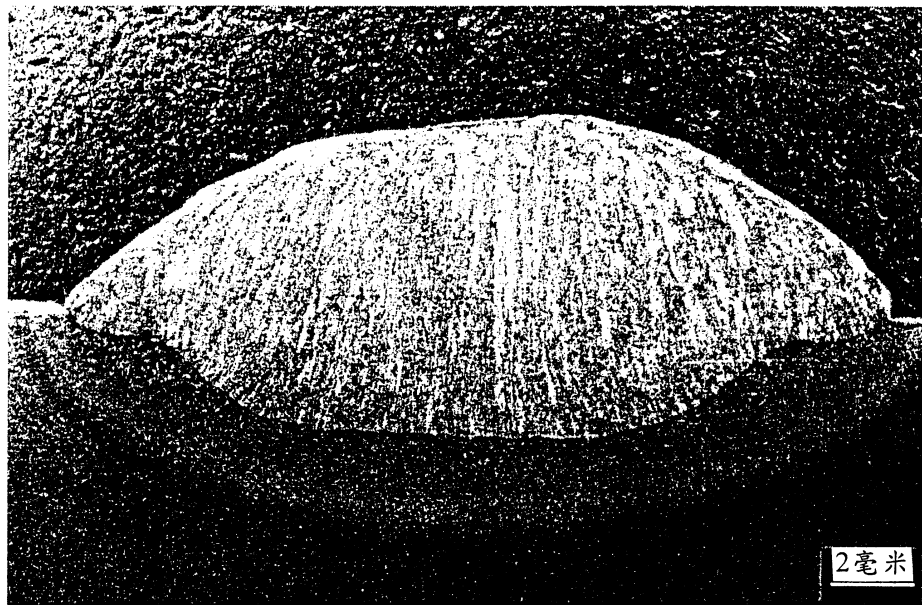
第 13 圖



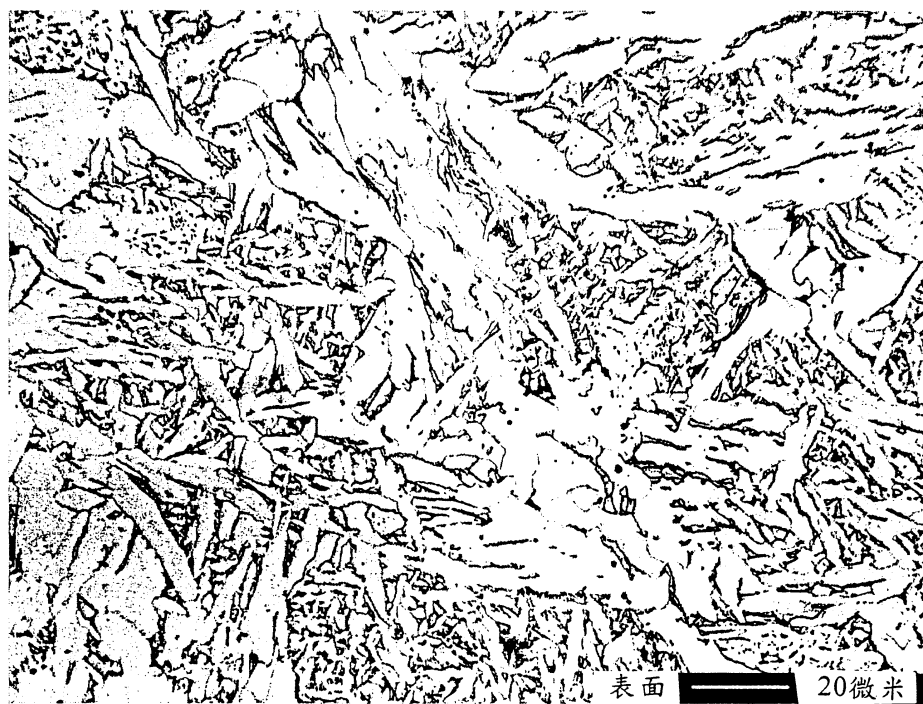
第 14 圖



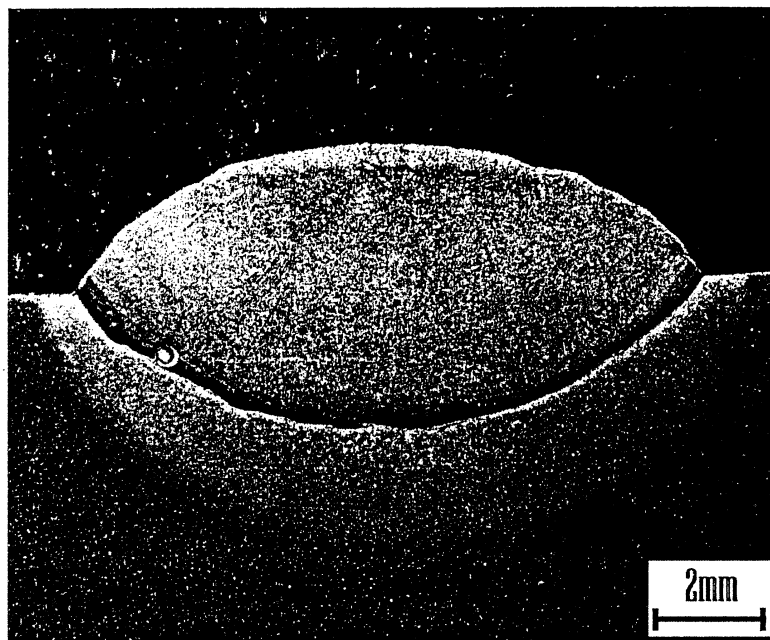
第 15 圖



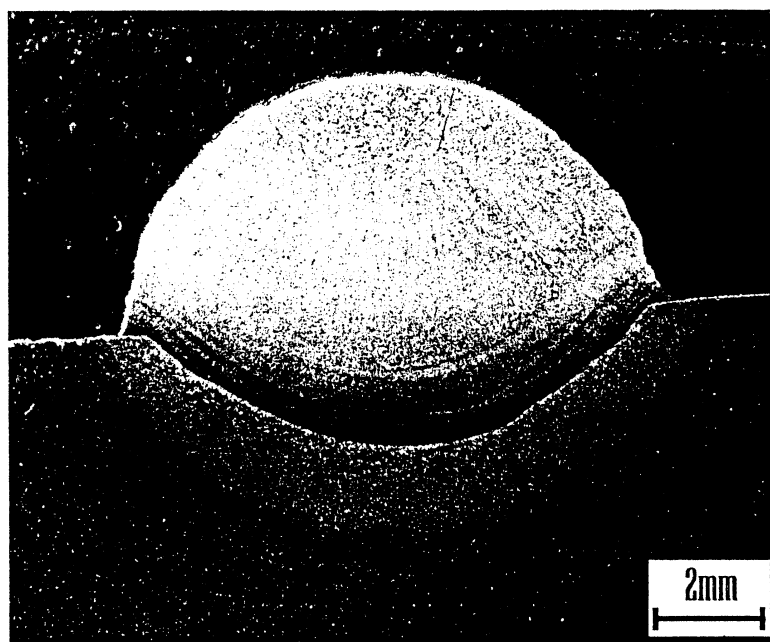
第 16 圖



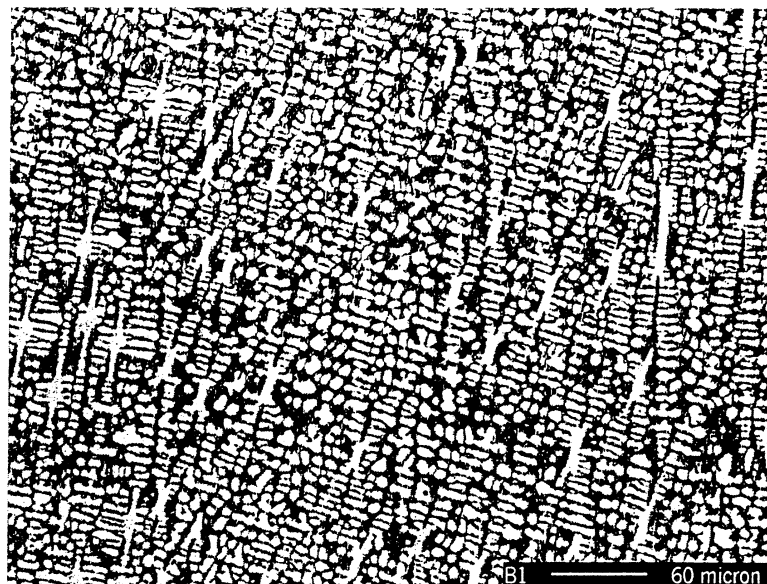
第 17 圖



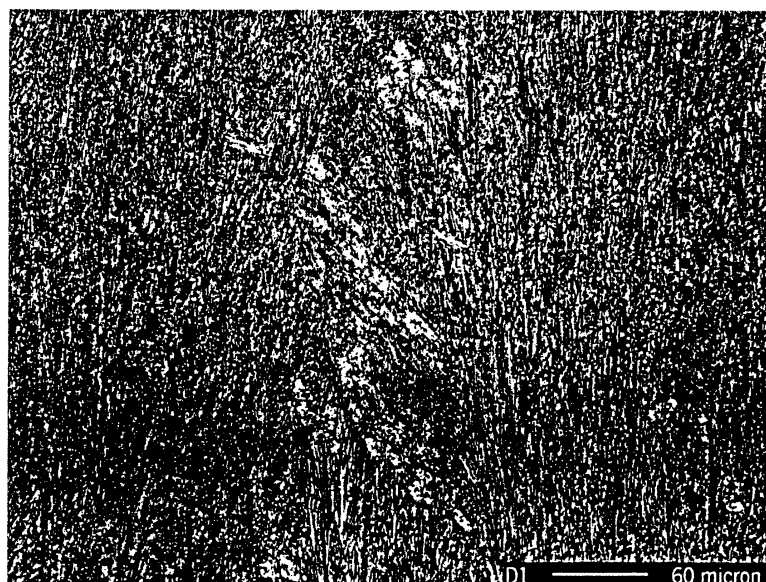
第 18 圖



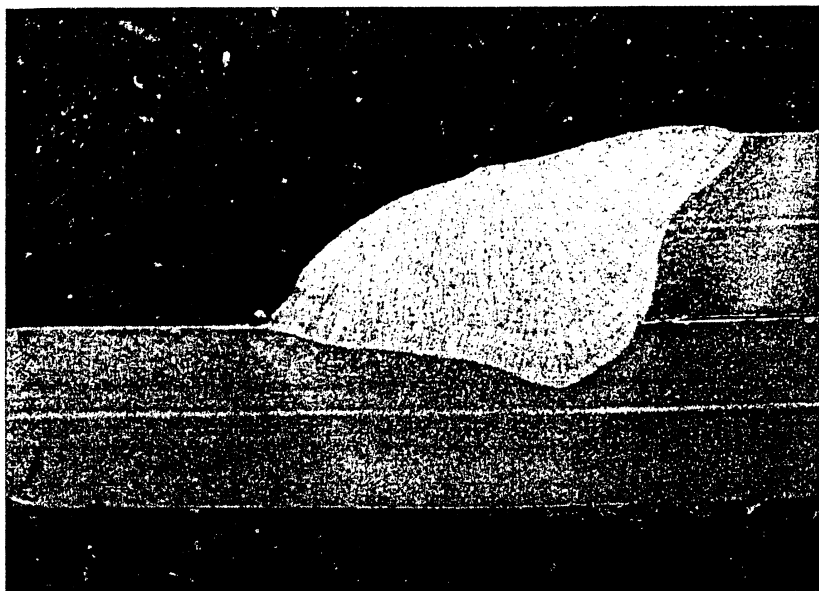
第 19 圖



第 20 圖



第 21 圖



第 22 圖

陸、(一)、本案指定代表圖爲：第 3 圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

30...接觸尖端

40...接觸裝置

32...螺紋區段

42...徑向通道

34...鏜孔

43...柱塞元件

36...本體

44...彈簧

37...入口端

45...蓋

38...出口端

柒、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：