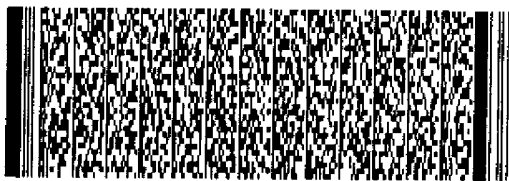


申請日期: 89 5 24	案號: 89108218
類別: B28D5/00, B23D 61/18-	<b>公告本</b>
(以上各欄由本局填註)	

## 發明專利說明書

442370

一、 發明名稱	中文	鑽石線鋸切割機
	英文	Diamond Wire Saw Cutting Machine
二、 發明人	姓名 (中文)	1. 黃榮堂 2. 鄭宜昇 3. 施勝雄 4. 鍾清枝
	姓名 (英文)	1. Jung-Tang Huang 2. Yi-Sheng Cheng 3. Sheng-Hsiung Shih 4. Tsing-Tshih Tsung
	國籍	1. 中華民國 2. 中華民國 3. 中華民國 4. 中華民國
	住、居所	1. 北市忠孝東路三段一號 2. 北市忠孝東路三段一號 3. 北市忠孝東路三段一號 4. 北市忠孝東路三段一號
三、 申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. 簡惠娟
	姓名 (名稱) (英文)	1. Hui -Chuan Chien
	國籍	1. 中華民國
	住、居所 (事務所)	1. 北市八德路二段10巷7號5樓
	代表人 姓名 (中文)	1. 簡惠娟
代表人 姓名 (英文)	1. Hui-Chuan Chien	



442370


申請日期：

案號：

類別：

(以上各欄由本局填註)

## 發明專利說明書

一、 發明名稱	中文	
	英文	
二、 發明人	姓名 (中文)	5. 張合
	姓名 (英文)	5. Ho Chang
	國籍	5. 中華民國
	住、居所	5. 北市忠孝東路三段一號
三、 申請人	姓名 (名稱) (中文)	
	姓名 (名稱) (英文)	
	國籍	
	住、居所 (事務所)	
	代表人 姓名 (中文)	
	代表人 姓名 (英文)	
		

## 五、發明說明 (1)

本發明為一種利用鑽石線鋸切削無法用傳統方法加工之材料的工具機，此工具機可切割高硬度、易脆…等性質的材料，如陶瓷、矽晶圓…等，以彌補一般傳統加工方式所不足的地方，且可解決新興材料加工切割的各種問題。例如半導體產業，常需加工晶棒，切割成晶圓，當晶圓的尺寸愈大時，如十二吋，十六吋…等，其晶棒的切割問題，是很難以現今的加工技術如鑽石圓形鋸片達成。

另外如一些新興陶瓷材料的加工，也面臨問題：因陶瓷材料具有很多種特性和用途，如耐熱、耐蝕、高硬度、高強度、良熱傳導體與電絕緣性與其特有的光熱、電、磁…等性質，可作為感測、控制…等特殊功能的電子元件，例如介電陶瓷材料，壓電陶瓷材料，醫學陶瓷材料等。因為陶瓷材料可用於一般材料(如鐵、鋼…等)無法達到的用途，但其脆性較高，易受應力破壞…等特性，使其無法以一般的傳統加工來得到所需要的外形。超精密加工技術主要是因應一些特殊工業之應用，如雷射、半導體及航太工業等，這些領域的產品對零件之加工品質及精度要求都非常的高，而以傳統之加工方法甚難以達成，縱使以傳統之加工方法切削超精度之零件，在成本及生產力上皆會遭遇到困難，因此必須透過不同之切削手段才能應付。對於加工精度要求到微米級的零件，我們選擇了鑽石線鋸當切割刀具，主要是將鑽石顆粒透過各種膠黏，電鍍，或硬焊方式附著在鋼琴線上。使鑽石線鋸具有優異的切削特性，並且比鑽石刀具在切削性能上更具優勢。此外更可解

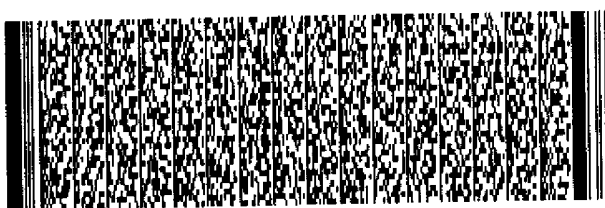
## 五、發明說明 (2)

決高脆性材料的晶體結構在遇摩擦熱所產生的熱集中，使溫度升高影響材料的特性，因此所有固體材料皆可以鑽石線鋸切割，而且切割後，幾乎不會有鋸齒狀、斷裂或表面損傷等情形發生。此外在切割易脆晶體時，可避免鑽石刀具的劇烈振動，使工件破裂成碎片，因鑽石線鋸具有高度的撓性，當它接觸工件時會抑制振動，比傳統刀具如圓形磨料鋸片適合於切割易脆材料。再者鑽石線鋸與工件接觸面積甚小，在切削時不斷有新的鑽石顆粒與工件接觸，因此在切割任何材料時，所產生之摩擦熱比傳統刀具要少，而且切割之後表面附著之鑽石顆粒之磨損程度很小。

在市面上甚少出現用鑽石線鋸來做切割的機器，美國US4016856專利，談及一種鑽石線鋸切割機，一者其公告日為1977年4月，已失去專利有效期，二者是

由於其並非電腦控制，且是利用穿線方式而非繞線式，所以切割速度及精度不佳，只能切割簡單之形狀，無法達到精密加工之目的，在此專利中，其切削精度不高，僅達到 $\pm 25.4 \mu\text{m}$ 。另外在美國US5564409號專利也利用合金線來切硬碟片，由於該專利是利用合金線及磨粒來切削，並非使用鑽石線鋸，故與本專利發明的申請目的不同，為此本發明特別針對上列的缺點加以改善，利用PC-BASED控制，使得切削特殊材料的加工精度，能達到產業界的需求。

綜上所述，本發明的目的之一是設計一繞線式機構，使鑽石線鋸安裝容易，節省安裝時間。



## 五、發明說明 (3)

本發明的目的之二是將鑽石線鋸設計成環狀式，可大量節省製造成本。

本發明的目的之三是設計一張力調整機構，使機器在切割時，可自行調節張力大小，以免鑽石線發生斷裂現象。

本發明的目的之四是設計導向輪機構，用以支撐鑽石線鋸，使得機器無論做哪一方向切割時，工件進給的推力方向永遠和線鋸所施予的反力方向相反。

本發明的目的之五是設計一偏位感測器，可量測機器在切割時，鑽石線的偏位量；當偏位過大時，可進行回授控制與補正，達到精密加工的目的。

為使鈞局審查委員能更清楚本發明專利的功效，詳細說明如下：

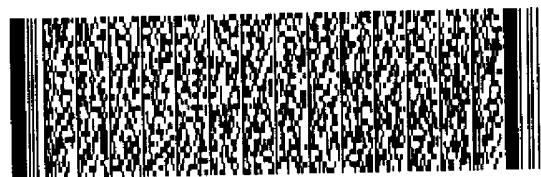
圖示：

- 第一圖：鑽石線鋸切割機之立式機構
- 第二圖：鑽石線鋸與導向輪組之相關位置俯視圖
- 第三圖：四導輪導向輪組之側視圖
- 第四圖：四導輪及三導輪導向輪組之俯視圖
- 第五圖：光學攝影機之放大圖（光學量測鏡頭）
- 第六圖：鑽石線鋸受力圖
- 第七圖：鑽石線鋸變形量分析圖
- 第八圖：鑽石線鋸切割機之臥式機構

圖號：

1 鑽石線鋸

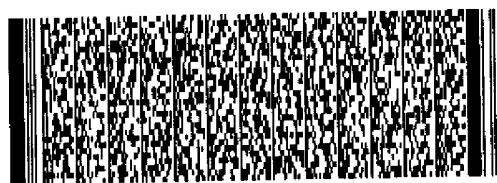
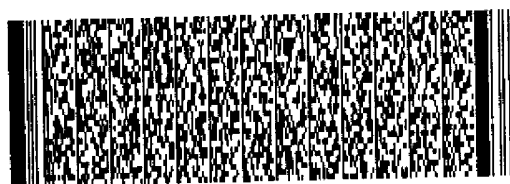
2 驅動滾輪



## 五、發明說明 (4)

- |                |           |
|----------------|-----------|
| 3A 被動滾輪        | 4B 被動滾輪   |
| 5C 被動滾輪        | 6 旋桿      |
| 7 負載線          | 8 負載滾輪    |
| 9 負載           | 10 工件     |
| 11 偏位 (張力) 感測器 | 12 旋轉樑    |
| 13 光學攝影機       | 14 工作台    |
| 15 上導向輪組       | 16 下導向輪組  |
| 17 夾具          | 18 驅動馬達   |
| 19A 皮帶         | 20A 皮帶輪   |
| 21 CNC 床台控制器   | 22 旋轉盤馬達  |
| 23B 皮帶輪        | 24 旋轉盤    |
| 25 X-Y NC 床台   | 26 影像擷取卡  |
| 27 噴嘴          | 28 支架     |
| 29 光學鏡頭        | 30 光源輸入口  |
| 31 資料輸出線       | 32A 光學攝影機 |
| 33B 光學攝影機      | 34 PC     |
| 35 機體          | 36A 導向輪   |
| 37B 導向輪        | 38B 皮帶    |

為了達到前述加工精確之目的，如第一圖所示，先將鑽石線鋸1環繞過驅動滾輪2，再穿過A被動滾輪3、B被動滾輪4與C被動滾輪5，完成一個迴圈。驅動滾輪2、與三個被動滾輪3、4、5都是裝置於機體35且呈似懸臂樑方式，以利能將事先就焊接完成的鑽石線鋸環直接套上，不再採



## 五、發明說明 (5)

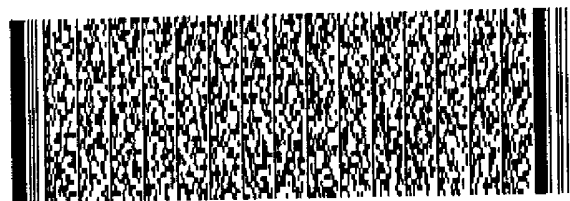
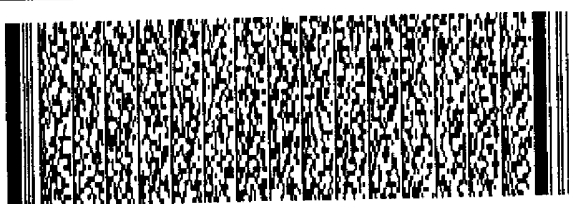
用以往繞線、捲線的方式，因為鑽石線鋸1的製作不易，價格較高，採繞線方式必得使用較長的鑽石線鋸段，故以環狀方式直接套上能大大節省成本。C被動滾輪5係裝置在旋桿6上，且由旋桿6拉出一條負載線7經過負載滾輪8，垂吊一適當重量之配重負載9，使鑽石線鋸環在未切割工件10之前，承受一定之張力；且在套上鑽石線鋸環時，被動滾輪的旋轉微調能使鑽石線鋸環簡易地就套上，大量節省套裝鑽石線鋸環所需的時間。根據日本文獻資料所述（砥粒加工學會誌 Vol.43 No.1 1999 JAN. 40-41），以雷射焊對接方式所製作的0.2 mm直徑，並以琴鋼線為基材的鑽石線鋸環約可承受2 kg大小的拉力，故配重負載9的重量便可以此為依據。

在固定鑽石線鋸1張力方面的設計，乃是利用C被動滾輪5所在的旋桿6上拉出一條負載線7，經過負載滾輪8垂吊一適當負載9，使鑽石線鋸1承受一定之張力，當進行切割造成張力增加時，線的彎曲可使旋桿6作順時針方向偏擺，可避免封閉接合的鑽石線鋸1承受拉力太大，而破壞焊接處產生斷裂，達到張力自動調節功能，進而維持長久的切削時間和連續性，可使切割更準確和切割表面美觀。

一般更換鑽石線的時機，可依下列敘述為之：

切屑體積

$$V = K_v M \quad (1)$$



## 五、發明說明 (6)

其中， $V$ ：切屑體積 (cc)

$M$ ：鑽石磨粒的重量 (gram)

$K_v$ ：體積常數，與切割材料的性質與硬度有關

例如切割花崗岩可切割10,000 cc；而切割較軟的大理石則可切割100,000 cc的體積。

鑽石磨粒的重量可由下式得出：

$$M = \pi D L \rho d / 2 \quad (2)$$

其中， $D$ ：鑽石線直徑 (cm)

$L$ ：鑽石線環的長度 (cm)

$\rho$ ：鑽石的密度 (g/cm<sup>3</sup>)

$d$ ：鑽石磨粒的直徑 (cm)，通常等於0.25D

切屑體積又可等於下式

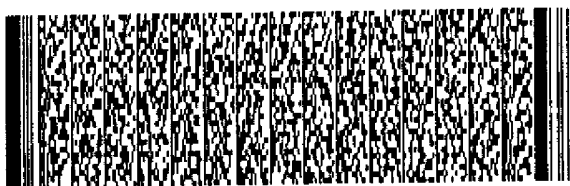
$$V = AD \quad (3)$$

式中， $A$ 為鑽石線切割過的工件面積。

根據公式(1) - (3)，鑽石線單位長度與切割面積的關係可表示成：

$$A/L = K_v \pi \rho d / 2 \quad (4)$$

由公式(4)與鑽石線環的長度即可求出鑽石線鋸使



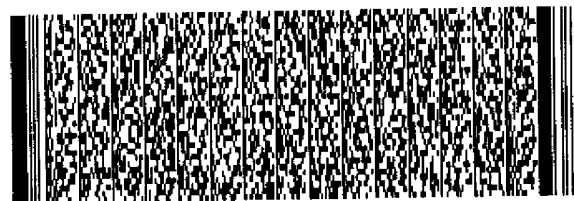
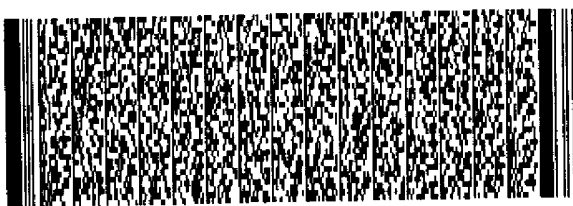


## 五、發明說明 (7)

用的壽命。

將鑽石線鋸偏位感測器11安裝於旋轉樑12上，因偏位感測器11是利用光學攝影機13所組成，以致於可得知鑽石線鋸1在切割時鑽石線鋸1的偏位量，進而控制鑽石線鋸1達到一定的撐緊度。且把工件10置於工作台14上，介於上導向輪組15和下導向輪組16之間，利用夾具17使工件10固定於工作台14上。鑽石線鋸1固定在一定位置且能往單一方向快速移動，利用驅動馬達18的旋轉帶動A皮帶19轉動B皮帶輪20，再以之轉動驅動滾輪2，使鑽石線鋸1遵循著固定的方向和路徑移動。再配合CNC床台控制器21的數值控制，使得工件10能被切割和加工成複雜的形狀。

參考第一圖及第六圖，在鑽石線鋸環的固定張力之下，為了使鑽石線鋸1受到外力時，能產生最小之變形量且能承受不同方向之外力，在工件之上下端個別安裝上導向輪組15、下導向輪組16，使鑽石線鋸1之變形量減為最小，藉由線的細小特性，使工件10切割精度更準確，且能迫使鑽石線鋸1的變形量在遇到外力的情況下，仍能像一條直線一樣。因切割工件10時，所承受之外力會因切割形狀複雜，而有不同方向之反力產生，所以利用旋轉盤馬達22轉動前端的B皮帶輪23，藉由B皮帶38的傳動來使旋轉盤24轉動，旋轉盤24會帶著下方的旋轉樑12轉動，而上導向輪組15與下導向輪組16又是裝設在旋轉樑12上，故配合各種情況下鑽石線鋸1受到不同方向反力時，仍能保持直線之狀態。再配合偏位感測器11來判別鑽石線鋸1在切割中



## 五、發明說明 (8)

的偏移量之情況，並藉以調整驅動馬達18之轉速來改變鑽石線鋸1之切割速度和調整X-Y NC床台25之進給速度，可使切割更精確，達到所要求之切割精度。此外，旋轉盤24、旋轉樑12、上導向輪組15與下導向輪組16之配合具有繞鑽石線鋸1旋轉的用途，利用導輪的凹槽達到自我對準中心的功能，避免鑽石線鋸1偏移及扭轉。

另外，導向輪組的設計也可設計成如第三圖所示，用四個導輪，夾角90度且上下錯開的方式設置，圖(a)的設置在受各方向力時，支撐點間的間距會不斷地改變，但仍以工件10為中點；若設置如圖(b)，則支撐點間的間距不變，但中點會不斷地變化；其俯視圖如第四圖(a)所示，鑽石線1被四個導輪限制在導輪中央處，不會因受到其他方向切削力而發生嚴重的偏位，視實際情形，甚至可將導輪數由四個減少成三個，夾角120度，如第四圖(b)所示；採用四導輪或三導輪的導向輪組，其最大優點是不需有旋轉盤24與旋轉樑12的設計，因為導輪在任何時刻都將鑽石線1包在正中央，不用隨切割方向來改變導向輪組的支撐位置。

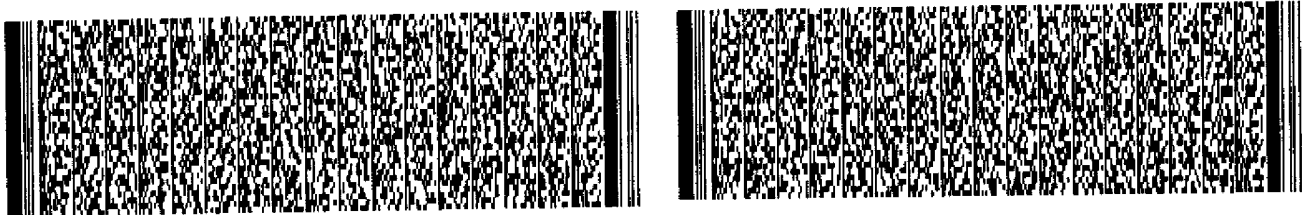
參考第一圖及第二圖，在上導向輪組15與下導向輪組16方面，為能有效地支撐並抵抗外力，故將之裝置在旋轉樑12上，旋轉盤24係以鑽石線鋸1延伸方向為旋轉中心，能隨工件所欲加工的形狀而旋轉帶動旋轉樑12，連帶使得整個上導向輪組15與下導向輪組16能隨之改變支撐角度位置，並做成上下錯開且互呈直角的設計，即每一導向輪組



## 五、發明說明 (9)

都包含有A導向輪36與B導向輪37兩個輪子，故旋轉盤24只要有約270度的旋轉角度範圍，便可涵蓋360度的工作範圍，不致會有在某些角度導向輪無法垂直支撐抵抗外力的情形發生；也因此一原因，故工作台之架高採用單邊且在內側的支架28來支撐，雖然此一結構在設計上會有力矩產生，但因主要是從事精密加工，故加工物多屬較輕薄短小的物件，只要支架28的剛性、強度與尺寸選擇適當，此一問題不會造成太大困擾。

當鑽石線鋸1受到適當的反力，讓線鋸呈現直線的狀態，可使切割更精確。為使前述切割工件時，能夠有效地控制精確度，且讓鑽石線鋸1在往單一方向移動時，能夠控制在一定範圍之變形量，所以在上導向輪組15和工作台14之間，加裝偏位感測器11來得知線的偏移量之多寡，利用電腦視覺原理如第五圖所示，為一個光學攝影機13，光源接入口30可連接光纖式鹵素燈源，以同軸落射的方式照明，並由光學鏡頭29放大線鋸的線徑至80~120倍，以增加偏位判斷的解析度。再經由資料輸出線31將資料傳輸至影像擷取卡26來進行讀取，並傳送到PC34處理，當鑽石線鋸1之變形量太大時，表示切割時進給速率太快或拉線速度太快，利用偏位感測器2的判別，轉成數位訊號，傳送到PC34，PC34透過運動控制卡控制X軸位移、Y軸位移、旋轉盤馬達角度及驅動馬達速度等，藉此可降低工件的進給速率，達到所要求之精確度；此外，必要時可加裝噴嘴27，以避免所切割出的切屑影響偏位感測器的檢測結果。



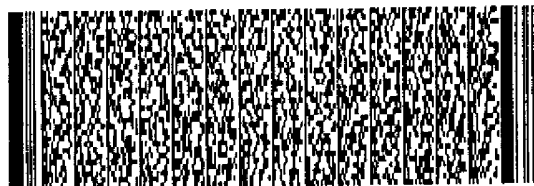
## 五、發明說明 (10)

利用CNC床台控制器21控制床台移動，在立式工具機中可使我們不僅能切割單一方向之工件，也能加工複雜之立體形狀。利用CNC之數位控制能切割一些預定之形狀，因形狀可數值化，故利用X、Y軸之移動與旋轉盤24的轉動，即可有效加工成所需之形狀。進而配合上、下導向輪組15、16和偏位感測器11，可使鑽石線鋸1能承受各種方向之負載和受力情況。為避免工件10切割完所產生的灰塵影響光學攝影機13的結果，在同高且垂直處加裝一個噴嘴27可解決灰塵堆積在光學攝影機13鏡頭上的問題。偏位感測器的安裝與導向輪組一樣裝在旋轉樑12上，且夾在兩導向輪組之間，如第七圖中A光學攝影機32和B光學攝影機33的裝置。

參考第七圖，在鑽石線鋸1受力方面，鑽石線鋸張力一定時，亦即 $T_2$ 與 $T_3$ 的受力一定，當鑽石線鋸1受切割外力，來自於 $F_t$ 與 $F_n$ ，會影響 $\theta_2$ 與 $\theta_3$ 的值，而 $F_t$ 與 $F_n$ 可由拉線速度及工件進給率 $V_n$ 來決定，因此我們只要使用兩具光學攝影機13，在切割工件10的兩邊各裝一具。其數學關係式如下所示：

$$T_2 \cos \theta_2 - T_3 \cos \theta_3 = F_t$$

$$T_2 \sin \theta_2 + T_3 \sin \theta_3 = F_n$$

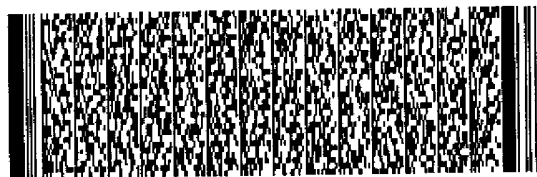


## 五、發明說明 (11)

$\theta_2$  與  $\theta_3$  可由光學攝影機13取得鑽石線鋸1影像偏位的大小與影像長度，利用三角幾何計算得出。當  $\theta_2$  與  $\theta_3$  超過設定值，亦即影響到精度要求時，即可降低工件進給  $V_n$ ，使  $\theta_2$  與  $\theta_3$  變小。實際使用時，為節省成本亦可僅使用一具光學攝影機13，只要量測  $\theta_2$  或  $\theta_3$ ，加上校正值即可做為精度回饋之用。

雖然控制  $\theta_2$  與  $\theta_3$  的方法有改變拉線速度及工件進給速度，一般而言拉線速度以等速為主，以避免驅動滾輪2與被動滾輪3、4、5的磨耗，僅調整工件進給速率，來控制鑽石線鋸的彎曲程度。一般而言，在x-y平面上，若沒有變換切割方向，則進給速率可使用較大值，若經常變換切割方向，則進給速率要較低。例如，先切x方向，再切y方向，則x轉y之前，要將進給速率降低，才能切出垂直邊緣，而非中凸邊緣。

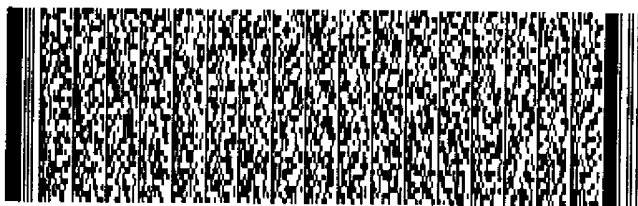
參考第八圖，以上立式的鑽石線鋸工具的原理及設計方法亦可用於臥式加工方式，加工外形複雜的工件，補足立式工具機的不足。



## 四、中文發明摘要 (發明之名稱：鑽石線鋸切割機)

本發明為發展一種利用鑽石線鋸來切削非導電性材料的工具機，其切削方式與放電加工機相似，並且能切割脆硬性材料，如陶瓷，複合材料，矽...等無法以一般傳統的加工方法來加工成所需形狀的材料。此工具機是一種利用個人電腦為主的控制器來進行數值控制的機器，該機器乃利用一條鑽石線鋸在Z軸方向運動或某一方向運動，而達到切割的功能；鑽石線鋸的型式不再採用以往的穿線、捲線式，而採用更容易裝卸的繞線式方式。當用來切割一些預定的形狀時，形狀可數值定義，並利用數值控制來控制工件的X、Y軸的移動位置，使切割的精度控制在所需的範圍內。此切割機包括導向輪組，安裝於工件的上、下端，並可藉旋轉盤與旋轉樑以鑽石線鋸的延伸方向為中心

## 英文發明摘要 (發明之名稱：Diamond Wire Saw Cutting Machine)



## 四、中文發明摘要 (發明之名稱：鑽石線鋸切割機)

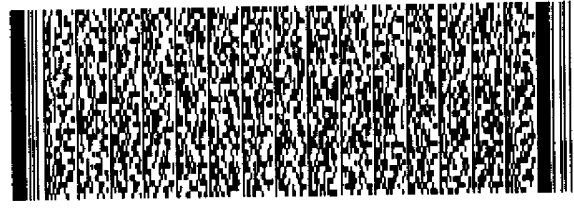
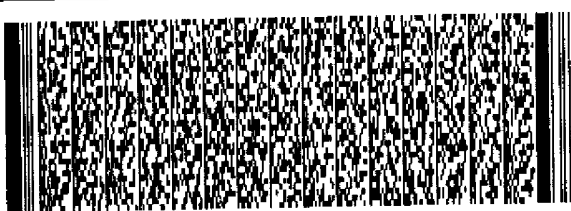
旋轉，使得不論在任何角度切割時都能給予支撐反力。此外在被動滾輪之下，還裝有張力控制機構，使張力維持一定；也利用光學攝影機的高解析度分析，量出線彎曲的程度，經由計算，可得知工件的切削力及反力，進而調整馬達的轉速，並藉以改變鑽石線鋸的拉線速度及工件進給速度，達到切割準確之目的。

## 英文發明摘要 (發明之名稱：Diamond Wire Saw Cutting Machine)



## 六、申請專利範圍

1. 一種鑽石線鋸切割機之發明，係利用個人電腦為主的控制器來進行數值控制切割的功能；其特徵為：
  - 鑽石線鋸的型式不再採用以往的穿線、捲線式，而採用更容易裝卸的繞線方式作成鑽石線環；
  - 在被動滾輪之下，裝有張力控制機構，可使張力維持一定；當用來切割一些預定的形狀時，形狀可數值定義，並利用數值控制來控制工件的 X、Y 軸的移動位置，使切割的精度控制在所需的範圍內；
  - 此切割機包括導向輪組，安裝於工件的上、下端，可藉著以鑽石線鋸的延伸方向為中心旋轉的旋轉盤來帶動旋轉樑，也可設計成由四導輪或三導輪所組成的導向輪組，使得不論在任何角度切割時都能給予支撐反力；
  - 利用光學攝影機的高解析度分析，量出線彎曲的程度，經由計算，可得知工件的切削力及反力，進而調整馬達的轉速，並藉以改變鑽石線鋸的拉線速度及工件進給速度，達到切割準確之目的；
  - 其中繞線式機構之驅動滾輪與被動滾輪都以旋臂樑方式裝設於機體上，藉由旋桿的旋轉調整可輕易地將環狀的鑽石線鋸套在機構上，可簡化安裝的程序及節省安裝時間。
2. 如申請專利範圍 1 所述之鑽石線鋸切割機，其設計中之鑽石線環，不再像以前採用穿線式或捲線式般需要相當長的鑽石線，因為鑽石線鋸的製作成本相當高，故可大量節省成本。
3. 如申請專利範圍 1 所述之鑽石線鋸切割機，其設計中之





## 六、申請專利範圍

張力調整機構是在旋桿上拉出一條負載線，經過負載滾輪垂吊一適當負載，使鑽石線鋸承受一定之張力，當進行切割造成張力增加時，線的彎曲可使旋桿作順時針方向偏擺，可避免封閉接合的鑽石線鋸承受拉力太大，而破壞焊接處產生斷裂，達到張力自動調節功能，進而維持長久的切削時間和連續性，可使切割更準確和切割表面美觀。

4. 如申請專利範圍 1 所述之鑽石線鋸切割機，其設計中之旋轉盤係以鑽石線鋸延伸方向為旋轉中心，可帶動旋轉樑上之導向輪組，使得線鋸在進行任一方向切割時都能提供反向的支撐力；將上、下導向輪組設計成上下錯開且互呈垂直，如此旋轉盤僅需約270度的旋轉角度範圍，便可支撐360度的工作範圍，也因此工作台僅以內側單邊支架來支撐；導向輪組上的凹槽尚有自我對準中心的功能，可避免鑽石線鋸偏移及扭轉。

5. 如申請專利範圍 1 所述之鑽石線鋸切割機，其設計中之導向輪組的另一設計方法為利用四個導輪夾角90度或三個導輪夾角120度，作成上下錯開的方式設置，如此可將鑽石線限制在導輪中間，不論受到那個方向的切削力時，都能有效地支撐鑽石線，不會有偏位的現象發生。

6. 如申請專利範圍 1 所述之鑽石線鋸切割機，其設計中之偏位感測器，係一種利用電腦視覺原理，將光學攝影機接入光纖式鹵素燈源，以同軸落射方式照明，並由光學鏡頭放大線鋸之線徑來增加偏位判斷的解析度；再經資料輸出線傳輸、影像擷取卡讀取，最後傳送到電腦處理；當線鋸

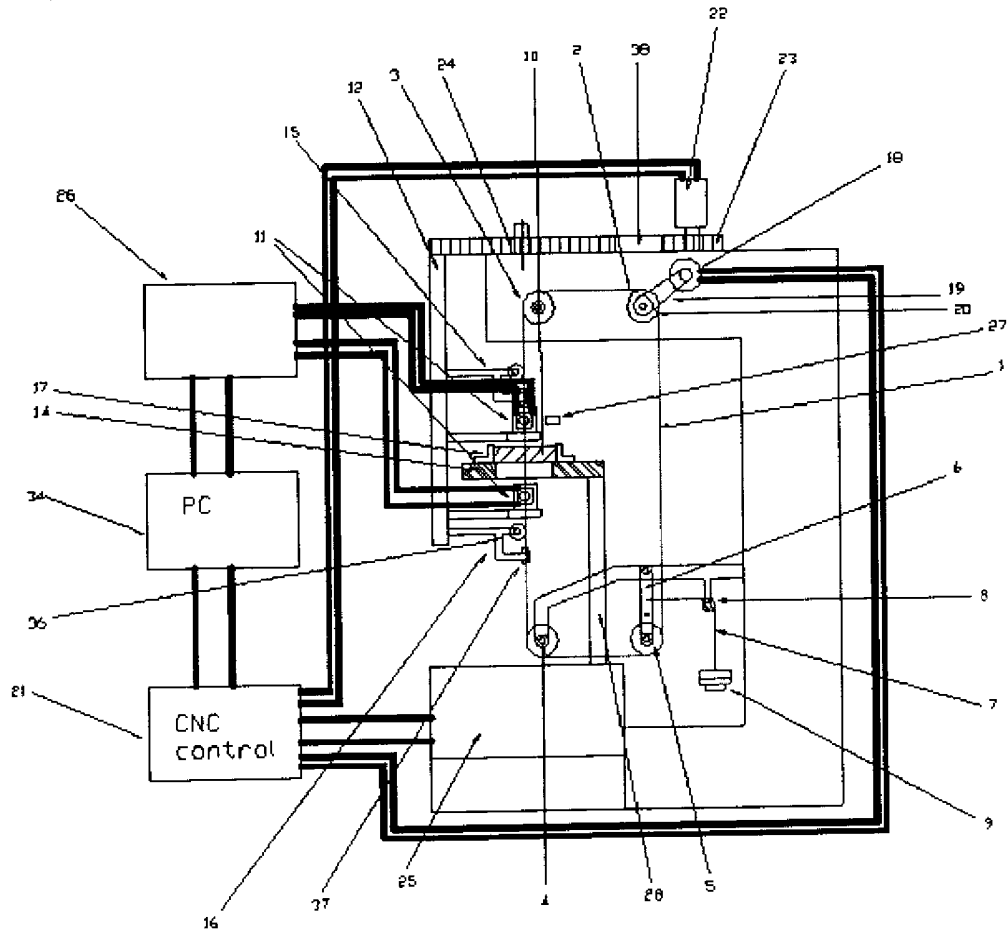


六、申請專利範圍

之變形偏位量太大時，便可以電腦控制降低工件的進給速率，達到所要求之精確度。

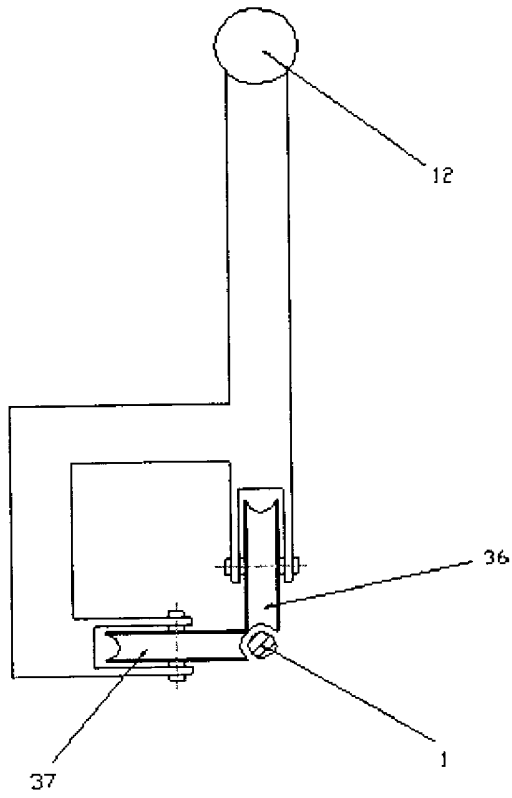


圖式

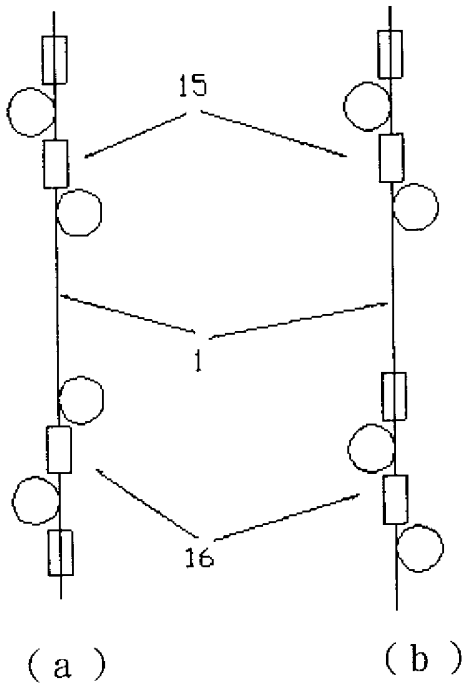


第一圖

圖式

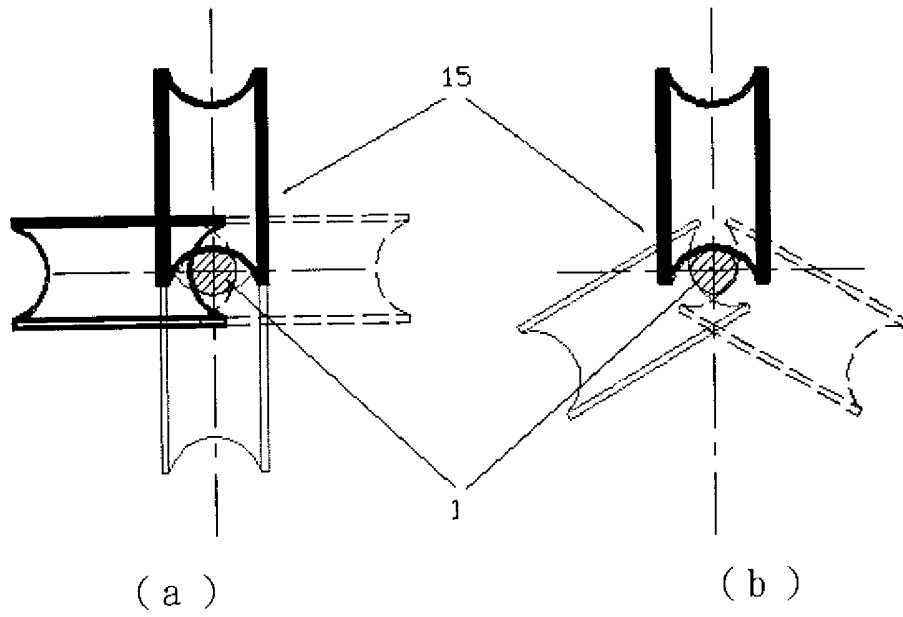


第二圖

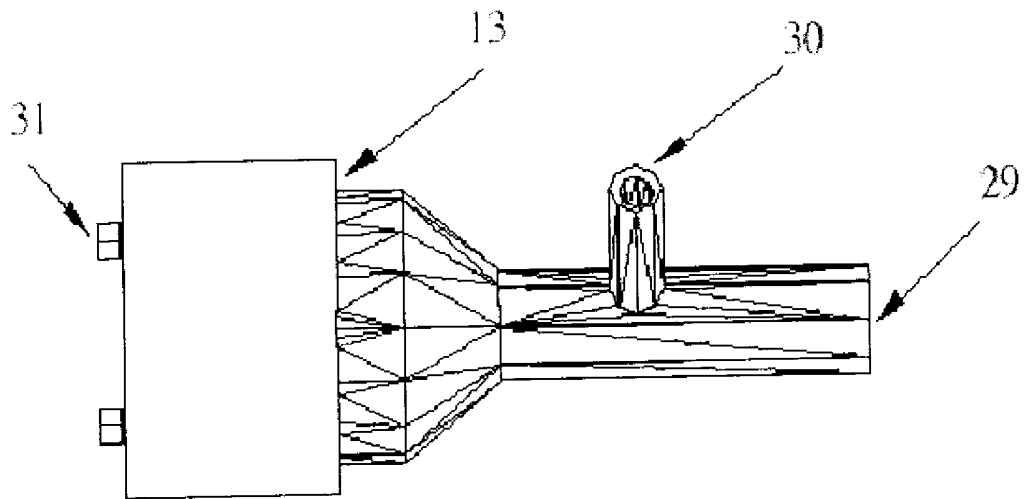


第三圖

圖式

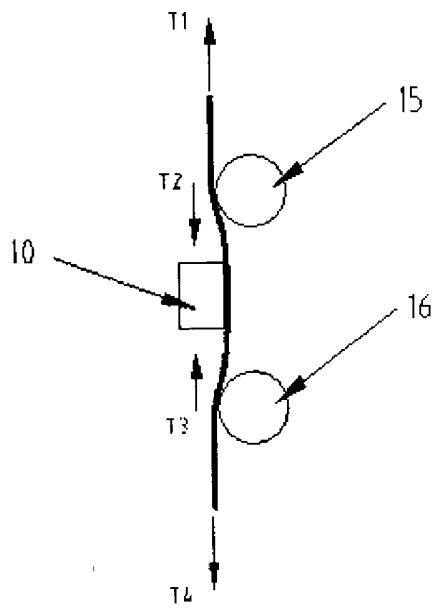


第四圖

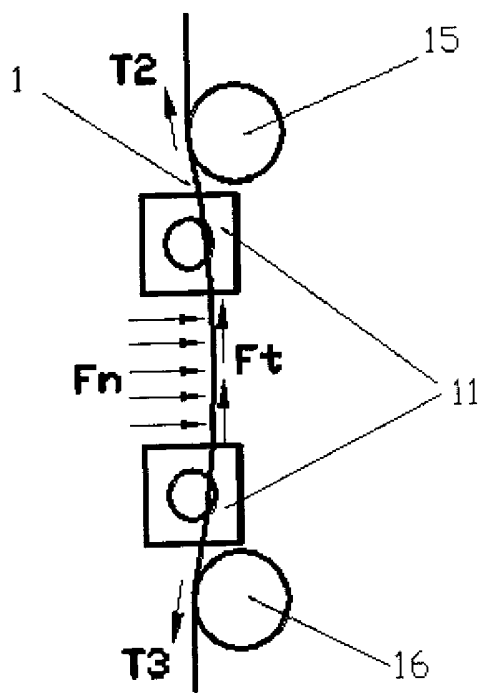


第五圖

圖式

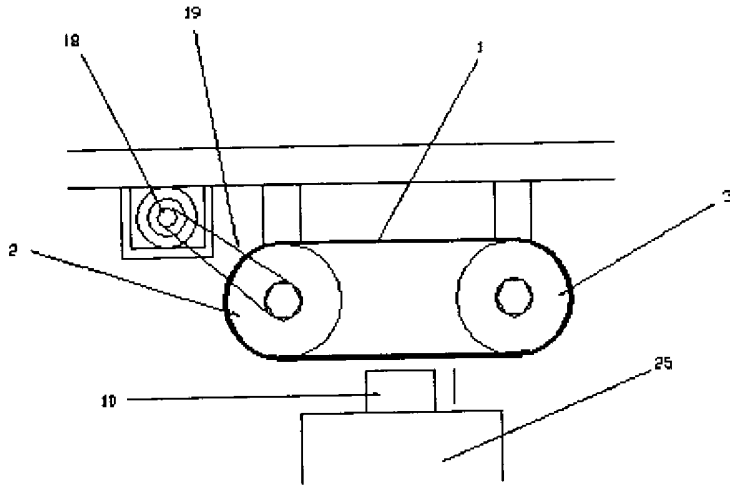


第六圖



第七圖

圖式



第八圖