

213426

公告本

申請日期	82.4.1
案 號	82102417
類 別	B23H ^{1/6} , B22D ^{1/2}

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

發明
新型專利說明書

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

一、發明 名稱	中 文	成形工具之製造方法
	英 文	TOOL MAKING
二、發明 人	姓 名	凱文．詹姆士．普德伐特
	籍 貫 (國籍)	英 國
	住、居所	英國 MK46 4JE 白金漢郡, Nr 歐尼, 拉文登, 城堡路 16號
三、申請人	姓 名 (名稱)	日產歐洲科技中心有限公司
	籍 貫 (國籍)	英 國
	住、居所 (事務所)	英國 SR5 3ND 泰恩威郡, 桑德蘭市, 華盛頓路
	代表人 姓 名	蘇珊歐．米亞塔

四、中文發明摘要(發明之名稱：

成形工具之製造方法

一種用於射出成形之試驗工具之製造係將一鑄造鋅合金工具毛坯以使用第一電極和大EDM間隙之快速EDM加工，以生產一個與所需形狀非常接近的粗糙表面，之後對該粗糙工具進行慢速EDM，其使用了一個第二電極和較小的EDM間隙，以生產一個具有所需形狀之操作表面的試驗工具。然後對鑄鐵工具毛坯進行快速EDM，其使用第二電極，然後將粗糙生產工具以使用第三電極之慢速EDM加工，以得出一生產工具。

英文發明摘要(發明之名稱： Tool Making

A trial tool for injection moulding is made by subjecting a cast Zn alloy tool blank to rapid EDM, using a first electrode and a relatively large EDM gap, to produce a coarse surface closely approximating to the required shape, and then subjecting the coarse tool to slow EDM, using a second electrode and a smaller EDM gap, to produce a trial tool having an operative surface of the required shape. A production tool is then made by subjecting a cast steel tool blank to rapid EDM, using the second electrode, and then subjecting the coarse production tool to slow EDM, using a third electrode.

附註：本案已向 英 國(地區)申請專利、申請日期：1991. 案號：91264580

-2-

12 2.

六、申請專利範圍

1. 一種製造一個具有一預定形狀的操作表面之成形工具的方法，其包含以下之步驟：

(a) 對一個工具毛坯進行 EDM，該 EDM 使用一個第一電極，該第一電極具有一個操作表面，該操作表面的形狀與該預定形狀互補，而且與該工具毛坯由一個第一 EDM 間隙隔開，該第一 EDM 間隙係安排以施行該工具毛坯之快速 EDM，藉此生產一個具有一粗糙表面的工具，該粗糙表面的形狀與該預定形狀非常接近；以及

(b) 對該工具進行使用第二電極之 EDM，該第二電極之操作表面與該預定形狀互補，而且與工具由一個第二 EDM 間隙隔開，該第二 EDM 間隙係安排以施行該工具之慢速 EDM，藉此由該粗糙表面生產出一個形狀與該第二電極互補之操作表面。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該第一 EDM 間隙至少為 0.5 mm，而該第二 EDM 間隙比 0.5 mm 小。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中在步驟 (a) 中該第一電極是負極，而在步驟 (b) 中該第二電極是正極。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該工具毛坯係由鋅合金所製。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該工具

六、申請專利範圍

毛坯包含一鑄件，其具有一個形狀與該預定形狀相近之表面。

6. 如申請專利範圍第5項所述之方法，其中該工具毛坯係由包含以下步驟之製程所生產：

(a) 對一個剛性泡綿本體機製，以製造一個鑄造模型，俾在該本體上形成一個形狀與該預定形狀相近之機製表面；

(b) 在該鑄造模型上形成一個鑄模；

(c) 將該鑄模由該鑄造模型處移去；

(d) 將材料注入該鑄模中；以及

(e) 將該鑄造材料與該鑄模分開。

7. 如申請專利範圍第6項所述之方法，其包含在該機製表面上塗上可流動材料之步驟，該可流動之材料凝固以形成實心包覆來塞住在該機製表面上之孔。

8. 如申請專利範圍第7項所述之方法，其中該可流動材料係由熟石膏、油漆和樹脂中所選出者。

9. 如申請專利範圍第7項所述之方法，更包含一個在步驟(b)之前使該包覆光滑之步驟。

10. 如申請專利範圍第7項所述之方法，更包含一個在步驟(b)之前油漆該包覆之步驟。

11. 如申請專利範圍第6項所述之方法，其中該鑄模包含砂和樹脂之混合物。

12. 如申請專利範圍第6項所述之方法，其中該鑄

六、申請專利範圍

模使用高密度搗實而成形。

1 3 . 如申請專利範圍第 6 項所述之方法，其中該剛性泡綿本體之密度至少為 0.25 g/cm^3 。

1 4 . 如申請專利範圍第 6 項所述之方法，其中該剛性泡綿本體之密度在 0.25 至 1.1 g/cm^3 之間。

1 5 . 如申請專利範圍第 6 項所述之方法，其中該剛性泡綿本體之壓縮強度至少為 4 N/mm^2 。

1 6 . 如申請專利範圍第 6 項所述之方法，其中該剛性泡綿本體之壓縮強度在 4 至 30 N/mm^2 之間。

1 7 . 如申請專利範圍第 6 項所述之方法，其中該剛性泡綿本體包含以聚甲酸乙酯為主之泡綿材料。

1 8 . 如申請專利範圍第 6 項所述之方法，其中該鑄造模型係由使用由該預定形狀導得之 NC 數據之 NC 機製所生產。

1 9 . 如申請專利範圍第 1 8 項所述之方法，其中至少一個電極係由使用該預定 NC 數據或由其導得數據之 NC 機製所生產。

2 0 . 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，更包含以下之步驟：

(c) 對一個第二工具毛坯進行使用該第二電極之 EDM，該第二電極與該第二工具毛坯相隔一 EDM 間隙，以施行該第二工具毛坯之快速 EDM，藉此生產一個第二工具，其具有一個形狀與該預定形狀相近之粗糙表面；以

六、申請專利範圍

及

(b) 對該第二工具進行使用一第三電極之 EDM，該第三電極具有一個形狀與該預定形狀互補之操作表面，該操作表面與該第二工具相隔一個 EDM 間隙，以施行該第二工具之慢速 EDM，藉此由該粗糙表面生產出一個形狀與該第三電極互補之操作表面。

21. 如申請專利範圍第 20 項所述之方法，其中該第二工具毛坯由銅、鋅合金、以及銅合金中所選出者。

22. 如申請專利範圍第 20 項所述之方法，其中該第一工具係一試驗工具，而該第二工具係一生產工具。

23. 如申請專利範圍第 20 項所述之方法，其中該第一工具毛坯係由以下製程所製者：

對一個剛性泡綿本體機製，以製造一個鑄造模型，係形成一個形狀與該預定形狀相近以機製表面；在該鑄造模型上形成一個鑄模；將該鑄模由該鑄造模型處移去；以及使用該鑄模來鑄造該工具毛坯；其中該第二工具毛坯係由使用該鑄造模型所鑄造生產者。

24. 如申請專利範圍第 19 項所述之方法，其更包含以下步驟：

(c) 對一個第二工具毛坯進行使用該第二電極之 EDM，該第二電極與該第二工具毛坯相隔一 EDM 間隙，以施行該第二工具毛坯進行快速 EDM，藉此生產一個第二工具，其具有一個形狀與該預定形狀相近之粗糙表面；

六、申請專利範圍

以及

(d) 對該第二工具進行使用一第三電極之 EDM，該第三極有一個形狀與該預定形狀互補之操作表面，該操作表面與該第二工具相隔一個 EDM 間隙，以施行該第二工具之慢速 EDM，藉此由該粗糙表面生產出一個形狀與該第三電極互補之操作表面，該第三電極係由使用該預定 NC 數據或其導得數據之 NC 機製所生產者。

25. 如申請專利範圍第 20 項所述之方法，其中該步驟 (c) 中之 EDM 間隙至少為 0.5 mm，而該步驟 (d) 中之 EDM 間隙係比 0.5 mm 小。

26. 如申請專利範圍第 20 項所述之方法，其中該步驟 (c) 中之第二電極為負極，而該步驟 (d) 中之第三電極為正極。

27. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中至少一個電極是由石墨所製。

28. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該第二電極與第一電極之尺寸與形狀相同。

29. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該第二電極係由用以生產該第一電極之數據所修改後之數據所生產者。

30. 如申請專利範圍第 20 項所述之方法，其中至少一個電極是由石墨所製。

31. 如申請專利範圍第 20 項所述之方法，其中該

213428

A7
B7
C7
D7

六、申請專利範圍

第三電極與該第二電極之尺寸與形狀相同。

32. 如申請專利範圍第20項所述之方法，其中該第三電極係由用以生產該第二電極之數據所修改之數據所生產者。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 ()

[發明背景]

1. 發明領域

本發明係關於成形工具之製造方法，特別是用來形成一個空腔的一個或多個表面的射出成形工具，而該空腔係用來模製塑膠元件所製成之元件，例如用於車輛之裝備 (trim) 或車體元件。

“成形工具”一詞係用以包括 (但非限於) 射出成形、吹模、擠壓、熱壓、以及模鑄工具等等。

在本說明書中使用了下列縮寫：

C A D : 電腦輔助設計

N C : 數字控制或數字控制地，依據上、下文而定。

E D M : 放電加工機製

2. 習知技術記述

製造一射出成形工具的一個習用法是利用 N C 機製一塊矩形材料塊。舉例言之，在生產塑膠元件 (例如車子之保險桿) 時，可依以下程序：首先用木材和樹脂材料製造一個陽母模 (positive master model)，而該材料之形狀與要由工具製造的物品形狀一致。然後將母模利用縮放機製技術 (pantographic machining techniques) 複製成金屬工具毛坯 (tool blank) 以提供工具之一部份。之後，陽母模被塗上一層適當材料 (典型為玻璃強化塑膠) 所製之覆蓋層，當該覆蓋層從母模上移下來時，即提供製造物品之負模 (negative model)。因此，負模之表面形

五、發明說明()

狀與要製造之物品的形狀相應。然後，再度利用縮放機製技術將上述表面形狀複製到第二金屬工具毛坯，以提供射出成形工具之協作元件 (cooperating part)。工具毛坯通常是用鋁合金或鋼製成，視要被射出成形工具所生產之物品數目而定。在上述之程序中，由於工具之協作元件係利用 NC 機製對工具毛坯機製而成（有時加上使用放電加工機製技術之精加工），大型成形工具（例如用於車輛保險桿之射出成形工具）所需之機製時間約需 2 至 3 個月。並需加上生產木材和樹脂母模所需之時間，由於材料加工不易，約需時間約六至十二週來生產木材和樹脂母模。製造用於大型且形狀複雜物品（例如車輛保險桿）之成形工具的成本相當高昂，而且採用傳統製造過程來製造成形工具的時間長達九個月。

另一種從一矩形材料塊體機製成形工具的習知方法是使用傳統 EDM 技術，但這種技術相當耗時且成本高昂，通常需要數週的連續 EDM 機製來得到所需形狀。

為了避免這些複雜且耗時之程序，申請人考慮過利用鑄造程序來製造成形工具，其中工具毛坯係鑄成相近於工具最終形狀之設定形狀，並使用 EDM 程序來對工具毛坯進行某種程度之 EDM 操作。

用於製造鑄造金屬形狀之鑄模 (casting mold) 係在一鑄造模型 (casting model) 的周圍形成沙或沙／樹脂混合物之泥漿。鑄造模型被放置到一個架體內，而混合物

五、發明說明 ()

則緊壓到該架體和鑄造模型之間的空間並凝固。對於較大的形成工具，沙混合物鑄模必須具有足夠的固有強度來支撐可超過10噸之鑄造材料重量。因此，該混合物係利用高密度搗實技術而壓實在鑄造模型之周圍。由於需要壓實力，鑄造模型必須有足夠的硬度，以在壓實過程中維持所需形狀，並提供一件所需形狀和尺寸之鑄件。此外，在鑄成鑄模時，金屬可能含有鑄造缺陷，例如氣泡，會使鑄件結構減弱。若是這缺陷不能改正，鑄件通常要刮，再重覆鑄造程序。因此有需要生產一種在需要時可用以生產數個鑄模之鑄造模型，特別是當所需要之形狀相當大，而且外形複雜時有其優點，例如車輛或white goods元件及本體面板。若是鑄造模型不能重複使用，必須重覆整個程序。

為了提供具有所需物理性質之鑄造模型，通常是使用木材和塑膠樹脂所製造和塑形所成之母模來做為鑄造模型。由其本身的情形來看，母模可使之具所需之物理性質，但是，如上所述，木材和塑膠樹脂材料很難加工，而且生產成本高昂。此外，在汽車工業，由於本體和裝備元件形狀複雜以及其與附近元件之相互作用，本件和裝備元件之設計經常改變，此一在最終形狀的設計改變可緩慢實施（當使用木材和塑膠樹脂母模做為鑄造模型時）。

亦有考慮另一種製造鑄模之方法，其係將低密度塑膠泡綿（"STYROFOAM"，商標名）製成之本體塑成一鑄造模型，並靠在泡綿模型塑成之表面上形成一個由型砂（

五、發明說明()

molding sand) 所製成之模。然而，由於所使用之塑膠泡綿是相當開放的細胞狀結構，型砂會凝結到泡綿材料的表面空腔之內，所以鑄造模型緊緊地與砂模結合。因此，低密度泡綿鑄造模型必須留在其位置，並且在鑄造熱金屬時能夠被燒光。但是它的壞處是在燃燒步驟會產生有毒氣體（包含氰化物氣體），從環保的觀點是不好的。此外，由於注入熱金屬時砂模的泡綿材料燃燒，熔融金屬與燃燒產物之流向相反，可引起鑄造金屬內含雜質或孔洞。若是熱金屬流入砂模之速度太慢，金屬會在表面形成局部較冷區域，使得並非全部之鑄造模型之泡綿材料都可燒光，在鑄件內會留有雜質。若是熱金屬之流速較快，由於要確保泡綿材料全部燒光，在流動材料內部會產生波動，使其凝固時溢出，但是在鑄造材料內會在成形時留下孔洞。在實際上，雜質或孔洞之形成會是一項對可使用之低密度泡綿鑄造模型的尺寸之限制。當模製件在泡綿鑄造模型上壓緊時會流入並充滿延伸到鑄造模型表面之泡綿材料之細胞狀空腔。砂模在砂／泡綿交界之表面因而是相當粗糙之構造，而且在鑄造模型之泡綿燒掉之後即曝露在外。因此，使用這種低密度泡綿製造模型所生產之鑄件具有相當粗糙的表面，所以在用在產品製造之前需要修整和一般表面機製。此外，若是實際之鑄件發現有雜質、氣泡或類似缺陷，導致鑄件結構之弱點，就必須重複鑄造程序。然而，由於鑄造模型已被真正的鑄造程序所毀，必須生產另一個鑄造

五、發明說明 ()

模型，對於整個過程而言憑添延遲和成本。

另一主要的缺點是當型砂衝擊低密度泡綿材料模型時會使後者形變。

形變之程度是不均勻的，而且很難預測。若是其模型是用於製造高精度模子，在鑄造模型必須有額外的公差，而且剩餘材料（典型上其厚度為20 mm）係利用適當機製技術移去。對於陽模而言，鑄造模形之形變可變成非常重要，因為真正鑄造模型可能材料不夠，亦即所產生之鑄造之尺寸不當，整個鑄造程序必須重複，包括泡綿鑄造模型之重製。

低密度塑膠泡綿的容易變形意味著當砂模相當大且因而要用高密度搗實技術來生產砂模，以提供足夠的固有強度來支撐鑄造材料時，這種低密度塑膠泡綿並不是適合的材料。

因此，在實際上，低密度泡綿鑄造模型只限於生產小型物品，尤其是尺寸不超過300 mm者，例如汽車引擎水泵之框罩。

為了增進低密度泡綿鑄造模型之抗形變能力，有考慮在泡綿材料上用噴灑技術提供一層較硬材料製成之表面包覆，然而，該包覆形法為較大的泡綿鑄造模型提供足夠的硬度，因為泡綿材料會在包覆之下塌陷。亦有使用強化結構（例如木製者）來加在泡綿材料中以在壓實程序過程中降低形變。然而，這種木材／泡綿複合鑄造模型不易生產

五、發明說明()

，而且也無法提供均一的剛性。

由是，在使用重金屬合金（例如鋅合金）這種用於大型鑄件之鑄造程序中，低密度塑膠泡綿並不適用，因其需要堅固的砂模以在真正鑄造和鑄造材料冷卻下來的過程中支撐鑄造材料。對鋅合金而言，其冷卻通常是在控制狀態下進行一段相當長的一段時間，以確保高品質鑄造，使砂模之固有強度有著最重要性。

除此之外，由於低密度泡綿是一種相當軟的細胞狀材料，很難用傳統迴轉式切削機製技術（例如NC加工）來機製得到適當的精度和表面修整。泡綿材料很容易在機製切刀下扭曲，造成材料之撕開而非俐落地切掉，留下具有表面空腔之不規則完成表面。在機製低密度泡綿時之困難，再加上在其後之鑄模生產程序中之不可預期的壓實，意味著在生產低密度泡綿鑄造材料時不會使用要被生產之物品的NC數據樣品。這種低密度模型通常是用手切削和塑形，使用刮板來得到最終之模型。然而，其可得到之精度嚴重受限。上述之因素明顯地增加鑄造程序之整體成本。此外，由於並未在生產低密度泡綿模型時利用NC數據，這些數據無法驗證，直到整個生產程序的下一個且更重要的階段，舉例言之，用於鑄造材料之EDM的昂貴石墨電極之機製。

〔發明概要〕

因此，本發明提供一種製造一成形工具的方法，工具

五、發明說明 ()

毛坯即在該成形工具中，而該毛坯係受到某種 E D M 操作。

該工具毛坯最好是藉由 (a) 製造一鑄造模型而鑄造，而該鑄造模型則由一剛性泡綿本體機製而成，以在該本體上形成一個既定形狀之機製表面，並對該機製表面提供一可流動材料，該可流動材料凝固，以在該機製表面形成一個實心包覆，來堵住該機製表面上的孔； (b) 在該鑄造模型的實心包覆上形成一個鑄模； (c) 將該鑄造模型從該鑄模處移去； (d) 將材料注入鑄模中；以及 (e) 將鑄造材料與鑄模分開。

從另一觀點言之，工具毛坯受到快速 E D M 處理，以產生一粗工具，然後再施以慢速 E D M。

進一步言之，本發明提供一種製造一成形工具的方法，該成形工具具有一預定形狀之操作表面，該方法包含以下之步驟： (a) 使一工具毛坯受到 E D M，E D M 係使用一個第一電極，而其具有一個與該預定形狀互補之操作表面，該操作表面與該工具毛坯相隔一個第一 E D M 間隙，該第一 E D M 間隙係安排以實施工具毛坯之快速 E D M，藉此生產一個具有粗糙表面之工具，而該粗糙表面係與該預定形狀相近；以及 (b) 使該工具受到利用一第二電極之 E D M，該第二電極具有一操作表面，其形狀與該預定形狀互補，而且與該工具相隔一個第二 E D M 間隙，該第二間隙比該第一間隙小，而且係設計來進行該工具之慢

五、發明說明 ()

速 EDM，藉此該粗糙表面生產出一個形狀與該第二電極互補的操作表面。

在一較佳實施例中，由工具設計所導得之 NC 數據被用於鑄造模型之 NC 機製以及 EDM 電極之 NC 機製。

〔圖式簡介〕

在下文中將配合所附圖式以進一步介紹本發明，其中：

圖 1 係用以製造一試驗工具以及後續以界定要用射出成形方式製造之元件形狀的 CAD 數據為基礎之生產用工具的製造之較佳程序之流程圖。

圖 2 至圖 6 係剖面圖，介紹用於鑄造一對射出成形陽、陰工具毛坯之鑄造模型之連續製造階段。

圖 7 a 和 7 b 剖面圖，分別介紹經過快速和慢速 EDM 之工作的表面狀況。

圖 8 係介紹 EDM 比較試驗之圖。

〔發明詳述〕

在圖 1 中之程序中，步驟 1 係使用 CAD 來設計一裝設元件，而在步驟 2 係使用 CAD 來設計一個相應之射出成形工具。

在步驟 3 中，NC 數據係由界定該元件或工具之表面形狀的 CAD 數據所導出。

在步驟 1 2 中，一個由剛性塑膠泡綿（特別是實質上為不變形之高密度剛性泡綿，例如聚甲酸乙酯樹脂泡綿，

五、發明說明 ()

其可從 C I B A G E I G Y 之第 X B 5 1 2 0 號規格得到) 所製成之本體依據步驟 3 所得之 N C 數據而被 N C 機製, 以形成一個具有一預定形狀的機製表面之鑄造模型。該本體係用手建構泡綿材料層並塑成幾近於模型形狀, 使隨後之機製降到最低。

由於泡綿材料之固有特性, 與木材或樹脂材料相比之下, 其機製工作較容易, 但是在機製過程中, 剛性泡綿材料並不會像傳統低密度泡綿或軟性泡綿一般扭曲或撕裂。這種剛性泡綿係用來做為輕的製造模型的材料, 並且其密度可在 0.25 至 1.1 gm/cm^3 的範圍內, 而其壓縮強度可比 4 N/mm^2 大, 例如 4 到 30 N/mm^2 。

如下文中將介紹者, 該鑄造模型將用於生產一個模本體, 而該模本體則用以生產一個鑄造工具之雛形。由一鑄造雛形生產一個工具可將生產成本降至最低, 此乃因為對鑄造程序的精確控制可將隨後之機製 (以提供完成之工具) 降至最低。

在步驟 1 4 中, 一可凝固之可流動材料被塗在 (例如用噴灑方式) 該模型之機製後的表面。可流動材料凝固以形成一層實心包覆, 該層包覆若有需要可用砂磨方式使之光滑, 而且該層包覆塞住了在泡綿本體機製後所露出之孔, 適當的材料為熟石膏、油漆、或可熱化樹脂 (例如環氧基樹脂或車體樹脂。另可在石膏或樹脂包覆上另外塗敷上一層清漆或油漆, 以助其從砂模上移開。該層包覆係由泡

五、發明說明 ()

綿本體所支撐，所以可以很薄，而且無需自我支撐。

在步驟 16 中，在稠度上可流動的型砂（例如泥漿或砂／樹脂混合物）被搗實在架體內之鑄造模型的被包覆的表面。如下文中所述者，成形工具之最佳材料為鋅合金，這是因為具有有利的機製性質。然而，由於鋅合金是相當重的材料，因此，在真正鑄造步驟以及鑄造材料的冷卻過程中，模本體必須在不破裂的情形下支撐鋅合金。為此，使用氣鎚工具在大約 80 p . s . i (0 . 5 5 M P a) 的壓力下對砂／樹脂混合物進行高度搗實，以確保砂／樹脂混合物夠紮實，以在模本體內提供所需之強度。由是，所以選用了高度度剛性泡綿來生產鑄造模型，因其可以忍受搗實步驟，而不會導致形變或壓實，而在使用低密度的鑄造模型泡綿（例 S T Y R O F O A M，商標名）時則會有問題。因此，鑄造模型特別適用於用於大形狀之鑄造之砂模，特別是以重合金（例如鋅合金）鑄造之物品。

在步驟 18 中，鑄造模型由該模本體處移去，其移去係由平滑的包覆來協助，平滑的包覆很容易地從模本體上分開，而且不會沾上任何砂粒。結果，模本體的表面相當地平滑，並且在鑄件上產生一個很好的表面光潔度。由於包覆係穩固地錨固在模型的孔內，此模型可再度使用來一次生產模本體（若是隨後發現鑄件有缺陷）。此外，由於在工具毛坯在模子內被鑄造出來以前，模型已經移去，在鑄造時不會產生有毒氣體。除此之外，由於泡綿本體的固

五、發明說明 ()

有剛性，模型可以承受從模本體處之重複移去，而不會產生裂縫或損壞，即使未在其內部補強，例如木質補強結構在柔軟泡綿材料之場合需要補強結構。

圖 2 至圖 6 介紹製造一個鑄模的連續階段，而該鑄模係用於鑄造一個母凹模工具毛坯 (female cavity tool blank) 和一個公型芯工具毛坯 (male core tool blank)，二工具毛坯隨後被機製以形成一對射出成型工具。

如上文所述，首先係產生鑄造模型，一個母毛坯塊 5 1 和一個公毛坯塊 5 2 係由高密度前剛性塑膠泡綿層所製 (見圖 2)。

在圖 3 中，這些塊體被 NC 機製 (利用切削工具 5 3) 以形成母毛坯鑄造模型和公毛坯鑄造模型 5 4、5 5 (上述之步驟 1 2)。這些塊體係機製成在表面仍留下過多材料 (例如 1 至 5 mm)，而該表面係相當於射出成形工具之成形和關閉表面。

在圖 4 中，可凝固的材料用噴灑頭 5 6 噴在模型 5 4、5 5 上 (上述之步驟 1 4)。

在圖 5 中，被包覆的模型 5 4、5 5 被放置到一個鑄造架體 5 7 內部，並且加入型砂 5 8 (與一樹脂結合料混合)，並且用氣鎚 5 9 搗成高密度 (上述之步驟 1 6)。

之後將鑄造架體 5 7 翻轉，並小心地將模型 5 4、5 5 從搗實的型砂 5 8 處移去 (上述之步驟 1 8)，留下一個母工具毛坯鑄造空腔 6 0 和一個公工具毛坯鑄造空腔 6

五、發明說明 ()

1, 熔融金屬 (鋅合金) 可用杓子 6 2 注入空腔內。

請參閱圖 1, 在步驟 2 0 中, 與工具形狀相近的工具毛坯係利用步驟 1 8 中之模本體而被鑄造。有利之處是毛坯係以鋅合金 ($Zn - Al - Pb$) 鑄造, 例如 9 2 - 9 8 % 重量為鋅者, 例如以 KIRKSITE or KAYEM 為商標名販售者。鋅合金鑄件與鋁合金鑄件相比較之下, 其優點在於者露出之微孔性 (microporosity) 降低了。而原先一般預料是由材料中之鉛所引起, 因其相對於其他成分下, 在低溫時仍維持流體狀態, 因而流入鑄造中之材料的微孔內。同樣地由於其容易循環, 因此可很快速地被機製成所需形狀 (利用 EDM), 如下文中將介紹者。

在步驟 2 2 中, 在步驟 3 中所得之 NC 數據被用於機製至少兩個 EDM 電極 (最好是用石墨製成) 。

當使用泡綿模型來進行使用 EDM 的成形工具生產程序時, 使用 NC 數據來進行鑄造模型的機製特別有利, 這是因為 NC 數據 (元件數據) 在機製鑄造模型時, 可在昂貴電極材料 (例如石墨) 之真正機製前, 用於驗證用於生產 EDM 電極之 NC 數據。NC 機製之使用亦意味著可以容易地製造一容差 (allowance) 以調節鑄造金屬在鑄造後和冷卻時所受到之收縮。

高密度性剛性泡綿材料可相當精確地機製, 而且由於它不會在步驟 1 6 中受到搗實之害, 它可以機製到幾乎與要被成形之物品的寸完全一樣。由於, NC 機製數據變更

五、發明說明 ()

可以變為步驟 1 2 中之絕對最小量。即使是用於大型鑄造模型，例如用於車輛保險桿之生產者，使用剛性泡綿製造之鑄件可精確到 1 m m，使得 N C 機製數據調整可變為此一數量（在實際上可以簡單地達到，其係使用相同 N C 數據做為元件形狀，但是改變所使用切削工具之直徑）。如上文中所解釋者，當使用普通低密度鑄造泡綿時，典型上需要至少 2 0 m m 的剩餘鑄造材料來補償搗實之損失，即使低密度鑄造模型可使用之小型物品。

此外，由於剛性泡綿可以精確地被機製，射出成形工具的封閉表面可在泡綿鑄造模型內被精確地界定。對於射出成形工具而言，封閉表面寬度為 3 0 m m 是普通可接受之最低限度，而此可使用剛性泡綿來達成。（對於“Styrofoam”鑄造模型而言，其封閉表面未界定，因此，當使用 E D M 來進行隨後的鑄造形狀時，整個工具之配合表面就需要機製。另一種情形是需要進一步的 N C 數據來界定 N C 機製之封閉表面）。對 E D M 而言，將封閉表面的寬度降至最窄非常重要，這是由於機製速率是由要被移去之材料的體積而定。因此，剛性泡綿不僅容許使用泡綿鑄造模型用於大型模子，亦使得隨後之 E D M 優點最大化，這不僅是因為在鑄件中要被移除的材料寬度的實質降低（1 m m 與 2 0 m m 相比較），也同時是因為要被機製之材料的表面區域有降低。

將一個相當硬的泡綿以上述方式機製的能力使要被鑄

五、發明說明 ()

造的射出成形工具在隨後需要機製修整的表面區域降至最低，例如射出成形工具的封閉表面的機製，以及任何空腔和型芯滑動表面的修整機製。

在步驟 24 中使用一個第一 EDM 電極來對鑄造工具毛坯（由步驟 20 中所得者）進行快速機製，以產生一個具有粗糙表面且需進一步機製之工具。

在步驟 26 中使用一個第二 EDM 電極來對粗糙工具進行慢速或普通機製，使其機製到所需的尺寸。

在 EDM 中，電極與工件之間的間隙（通常稱之為 EDM 間隙）的上限通常可接受者為 0.4 mm。若間隙大於上述上限，機製後元件的表面粗糙度通常無法用於實際使用。

然而，在步驟 24 中之快速 EDM 使用機床安裝（machine setting，其提供之 EDM 間隙在上述之值之上。如在下文中會進一步介紹者，提供此一寬間隙可在 EDM 機製時間方面提供很大的改進。在吾人之試驗中，當機製鋅合金時，使用 0.68 mm 間隙的機製比典型的使用 0.073 mm 間隙之普通 EDM 快了 100 倍。

雖然使用如此寬的 EDM 間隙導致粗糙或凹窪表面在傳統 EDM 程序中可能已將之視為損壞或是不適用於射出成形工具的修整表面，但是這不會造成本發明程序的問題，因為快速 EDM（步驟 24）僅持續到粗糙表面可用慢速或普通 EDM（步驟 26）使之復原到所需維度的階段

五、發明說明 ()

。

在步驟 26 中，由於粗糙工具相當接近所需維度，後續慢速或普通 EDM（以便將粗糙表面回復到所需維度之量降至最低。慢速 EDM 只需相當短的時間，而且其所造成的修整表面可有非常低的粗糙度，所以適用於射出成形工具。

因 7 a 中概要地顯示一件工件經過快速 EDM 之後的表面狀況，而圖 7 b 中則示出同一工件經過慢速 EDM 之後的表面狀況。快速 EDM 使得可以快速侵蝕，但是留下粗糙且凹窪的表面 S，如圖 7 a 所示者，而第一電極的表面亦在 EDM 操作中磨損而且變得粗糙，而無法進行修整機製。此工件表面經由使用第二電極的慢速 EDM 而切削掉一個深度 d（例如 1 mm），留下一個平滑表面 S'（見圖 7 b），其即適於物品之修整後的表面。

若是使用鋅合金來做為工作材料且 EDM 間隙超過 0.4 mm，很驚奇地發現使用快速 EDM（用於幾乎一樣的同表面修整）時材料移除速率比其他可能用於製造射出成形工具之材料（特別是鋁合金和鋼）的移除速率要快得多。在試驗對塊體 B（由鋼、鋁合金、和鋅合金所製）以矩形石墨電極 E（見圖 8），使用快速 EDM 和慢速（普通）EDM 進行凹下之機製時，獲得下列結果：

慢速 EDM

快速 EDM

五、發明說明 ()

材 料	銅	鋁	鋅	銅	鋁	鋅
期 間 t	35小 時	11小 時	7小 時	1小 時	41分 鐘	4分 鐘
	4分 鐘	13分 鐘	56分 鐘	58分 鐘		
L, mm	20.20	20.15	20.18	21.5	21.80	21.20
W, mm	20.10	20.10	20.05	20.10	20.10	20.10
L-W, mm	0.10	0.05	0.13	0.95	1.70	1.10
粗 糙 度 ,	3.04	3.43	4.06	不可量測		
Ra, μ m						
t(慢 速)/	17.83	16.41	119.00	(粗 糙 且 凹 窪)		
t(快 速)						

由上述之結果可看出，當使用不尋常的 EDM 大間隙時，對於鋅合金而言，其材料移除速率是鋁合金的八倍，而二者的硬度差不多。在試驗中亦發現鋅合金之火花比鋁合金來得均勻。

實際上，在快速 EDM 和慢速 EDM 的期間，材料之真正移除速率亦將取決於所用之 EDM 機器所傳送的電流。此外，亦發現步驟 24 中之材料移除速率在將石墨電極的極性由正改為負時可幾乎增為兩倍，但是電極的磨損急遽增加，典型上為 2.5 至 3.5 倍，視所使用的機床安裝而定，而此一磨損的增加會減少修整後工的尺寸精度（若用於修整機製時）。然而，在此處所述之工具生產過程中，電極磨損的增加可以忍受，因為第一電極僅用於工具毛坯

五、發明說明 ()

的粗糙機製，對於所生產的工具之最終品質並不重要。

在本發明的程序中，用於粗糙 EDM 的電極與工件之間的間隙可為 0.5 mm 或更大（僅受限於機器的電力），而精細 EDM 的間隙可比 0.5 mm 小。

如上文所述者，在機製鋁合金時，在電極與工件之間會產生不規則火花，而且加工速度增加（亦即增加 EDM 間隙），其不規則火花亦急遽增加。不規則火花所產生之結果，除非粗糙機製被仔細控制，否則可會產生無法由修整 EDM 程序復原之表面粗糙。在將 EDM 間隙不尋常地最大化時，使用鋅合金有最大的優點，藉此將所需之修整機製降至最低，因而降低整個生產成品。

在車子設計中，射出成形被用於生產很多外部車體元件以及內部裝設面板。由於這些元件之間之相互作用，以及些設計的尺寸和複雜度，很多設計都是經過測試來證明其效用。這是藉由製造試驗元件（使用試驗射出成形工具）而達到。由於所需的試驗元件數量相當少，試驗工具通常是由較軟的合金製成，例如鋁合金。一旦試驗元件之外觀和功能經過驗證，即利用較耐用的材料（例如鋼）來製造工具到所需之最終形狀，以對元件之大量製造有所責任確保。

步驟 26 之後的產品是一工具，其在適當拋光步驟後，可用於射出成形元件（亦即上述之試驗工具）之試驗生產。之後，即可由以下之程序製造一鋼（或其他適當材料

五、發明說明 ()

，視工具之使用而定，包含鋁合金或鋅合金）所製之生產工具。

在步驟30中，型砂被搗實在架體內之鑄造模型（由步驟18中所得者）的被包覆表面，以形成一個模本體。在步驟32中，該模型由模本體處移去。在步驟34中，另一個工具毛坯被製造（最好是由鋼所製，而且使用由步驟32中之模本體），而且最後可被用為生產工具。

在步驟36中，一個第三EDM電極（最好由石墨製成）利用同一NC數據（由步驟3所得）而被機製，其中NC數據係與步驟12和22中相同，或為數據之導數（若在試驗工具後有設計上之改變）。

在步驟38中，第二EDM電極（在步驟26中所使用者）係用於鑄造金屬工具毛坯（由步驟34所得）之快速機製，以生產一個粗糙工具。此第二EDM之電極在EDM期間僅輕微磨損，以生產試驗工具，因為EDM緩慢，而且加工時間很短。因此再次使用第二EDM電極以快速EDM來生產工具是可行且經濟的。

在步驟40中，第三EDM電極（由步驟36所得）係用於粗糙工具之慢速最後機製，以獲得所需維度，藉此生產該生產工具。

上述之每一步驟可由一不同步驟但具有類似效果者所取代。綜上，本發明，具有以下之優點：

使用特別大的電極間隙來進行快速EDM，以及使用

五、發明說明 ()

較小的電極間隙來進行慢速或修整 EDM ；

使用相反極性來更加強快速 EDM 時材料之移除 ；

使用兩個分離且形狀相同或相似之電極來進行快速和慢速 EDM ；

使用相同 EDM 機器，其具有相同介電性流體（油）以用於快速和慢速 EDM ；

使用第二電極（用於一第一工具之生產）作為隨後製造一第二工具的第一電極 ；

僅使用三個電極來製造試驗工具和生產工具 ；

用 EDM 來將精密鑄件修整 ；

使用機製後的可再次使用之泡綿本體做為鑄造模型，（亦即在試驗工具和生產工具之生產時使用相同的鑄造模型），隨後進行 EDM ；

使用工具毛坯，其最後是以鋅合金鑄造而成，並且是在一個兩階段 EDM 程序中所鑄成。

在上述的程序中使用了多項 NC 機製操作和鑄造，使工件可忍受元件設計上之改變。使用上述之 NC 機製亦降低人力需求並增加 NC 機器之使用。此外，使用 EDM 增強了表面品質和維度之精確。

特別值得注意的是在製造試驗和生產工具時（在汽車工業很常見），在用於整個過程之任何二電極之生產時可容易地允許微小的設計改變，在汽車內裝和本體元件之設計和製造時特別有利，因其在整個設計／製造過程中以最

五、發明說明 ()

低成本提供最大伸縮性。剛性泡綿鑄造模型（在第一鑄造程序後被維持以生產所發展的工具）可用於生產該生產工具。若需要改變設計，所產生的NC數據可立即用於改變泡綿母模或鑄造模型和用於EDM程序之電極。此伸縮性可在工具生產過程的任何階段實行，例如在二電極用以生產第一工具或試驗工具之間，或在試驗工具和生產工具之間，並由於泡綿材料加工容易（與木質或樹脂結構相比），其可容易地適應，使用NC數據來機製鑄造模型，以及提供一石膏、可熟化樹脂或油漆包覆。藉著使用NC數據來修改泡綿模型，可在對昂貴電極材料機製以前，藉由修改泡綿模型來驗證數據（與原始設計數據）。

此外，雖然上文中述及多個電極，但應了解，所有的電極，視所需工具之形狀而定，可由石墨製之普通塊體製造而成，進一步降低工具之生產成本。所使用的電極將包含所需元件形狀一致之塑形部分，其中本體部分延伸而出，而本體部分在實際上僅用於在EDM過程中有效用之塑形部分。由是，藉由選擇適當尺寸之石墨塊，在第一工具之粗糙機製後有磨損之第一電極可被再機製，其中係使用原始或修改後之NC數據，以提供原始或相似形狀（併入可能之設計改變），然在所有或任一隨後之電極均可作用。雖然整個生產時間可能會稍微增加，石墨之使用量被保持在最低量。

在利用射出成形來成形一元件時，一個母空腔工具與

五、發明說明 ()

一公型芯工具被一起使用來界定模製空腔。母空腔工具界定元件之主要表面，該表面在使用時會露出，母空腔工具界定一個通常為內凹之模製表面。由於公型芯工具僅界定射出成形元件的次要表面，其若有需要時可用傳統NC機製，而修整並非必須，除非在分開的表面。

雖然在上文中是介紹一雙階段EDM程序，請瞭解亦可使用較多數目之EDM步驟。例如，可使用兩個或多個電極來進行鑄造材料之粗糙機製或精密機製。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

82年1月4日修正
補充

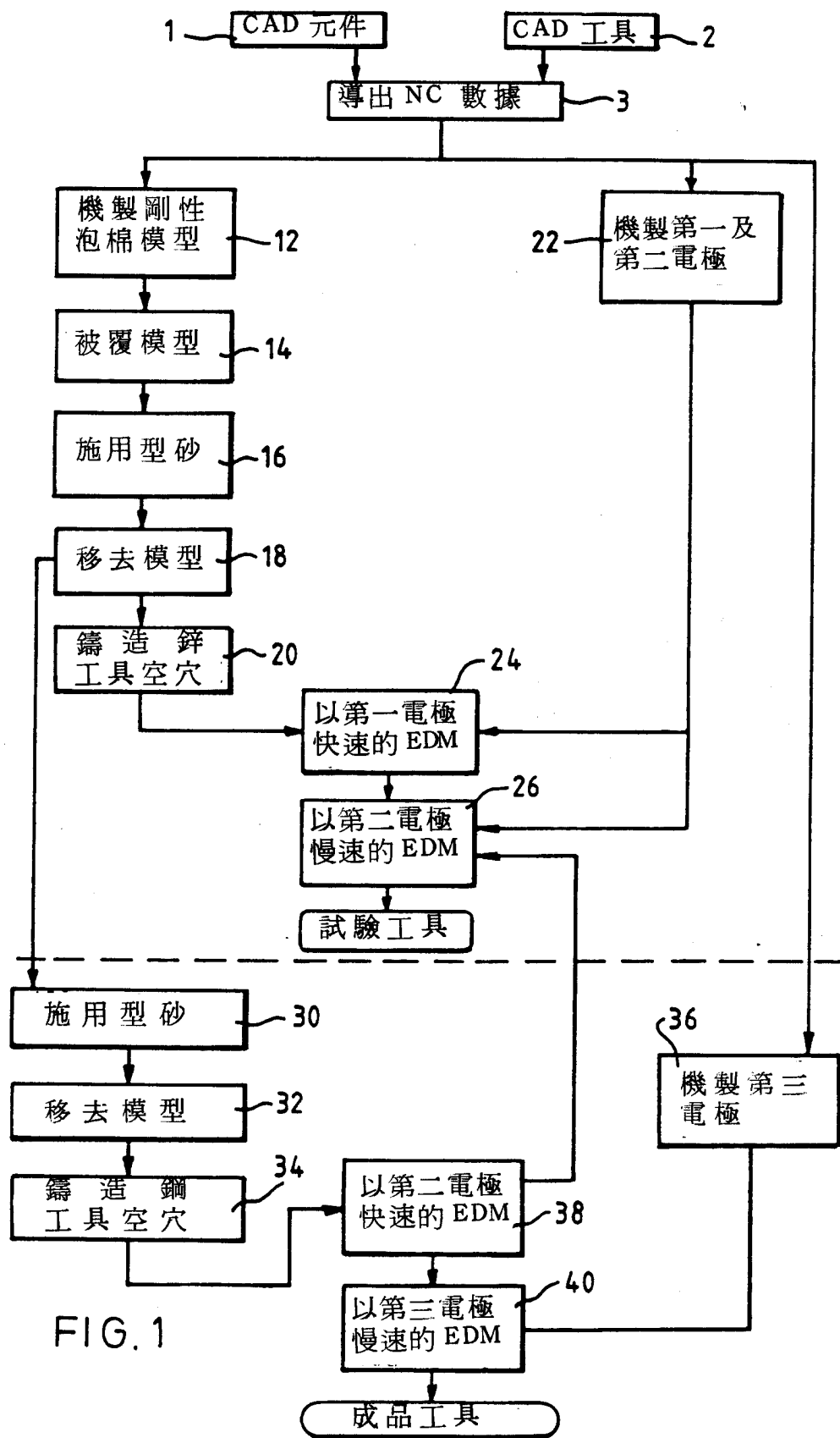


FIG. 1

213423

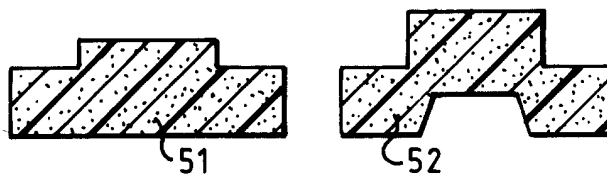


FIG. 2

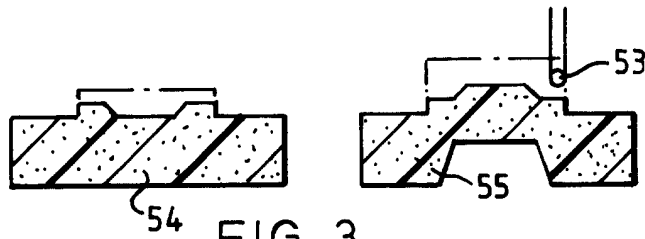


FIG. 3

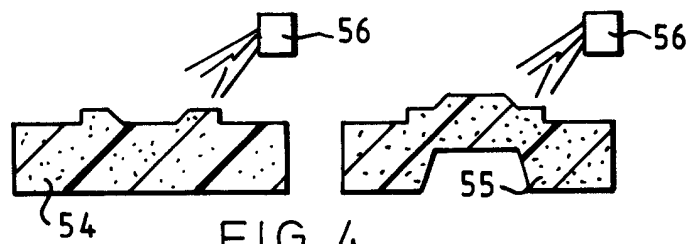


FIG. 4

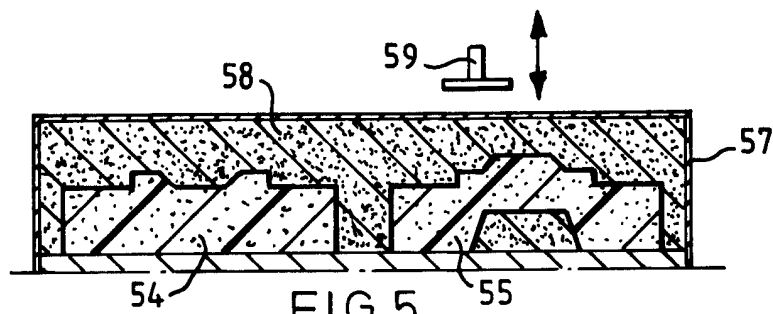


FIG. 5

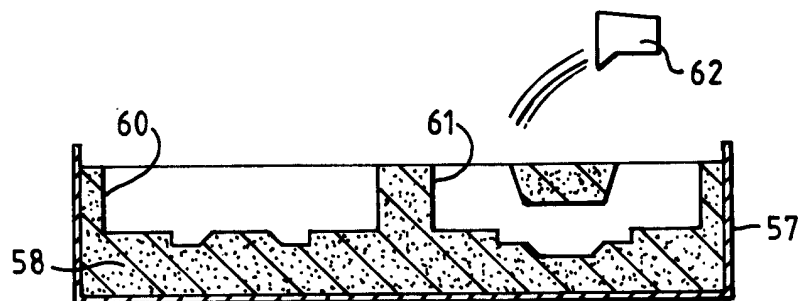


FIG. 6

213428

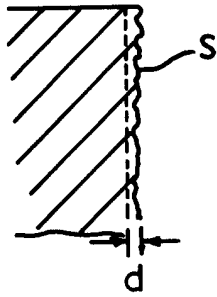


FIG. 7a

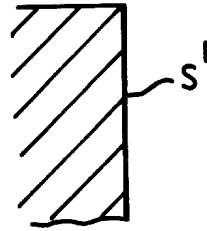


FIG. 7b

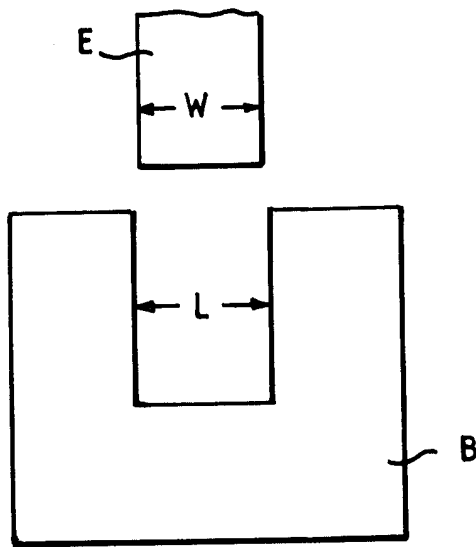


FIG. 8