

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號： 98110596

※申請日期： 98.3.27

※IPC 分類： B23P 15/26 1B23D 21/14

一、發明名稱：(中文/英文)

用於製造增強熱轉移表面之工具

TOOL FOR MARKING ENHANCED HEAT TRANSFER SURFACES

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商·沃夫林管類股份有限公司

WOLVERINE TUBE, INC.

☒ 指定 代理人黃靜嘉律師 為應受送達人

代表人：(中文/英文) 約翰·R·曼寧二世/JOHANN R. MANNING, JR.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

阿拉巴馬州 35801 罕次維爾市克林頓大道 200 號

200 CLINTON AVENUE, SUITE 1000, HUNTSVILLE, ALABAMA 35801

國 籍：(中文/英文)

三、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 比特·拓爾/PETUR THORS

2. 尼古拉·路亞弗/NIKOLAI ZOUBKOV

國 籍：(中文/英文)

1. 美國/USA

2. 俄國/Russian

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.美國；西元 2005 年 3 月 25 日；60/665,528

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本申請案依2005年3月25日提出申請的美國申請案序號第60/665,528主張優先權，該案以其整體合併於此作為參考。

本發明是關於一種用於加強熱轉移表面的工具和方法。

【先前技術】

本發明係關於強化熱轉移表面，例如熱轉移細管的表面(特別是內側表面)，可促使熱自該表面的一邊轉移至另一邊。熱轉移細管普遍應用於各式設備，舉例來說，如滿溢式蒸發器、降膜式蒸發器、噴霧蒸發器、吸收式冰水機、冷凝器、直接蒸發式冷卻器、單相冷卻器和加熱器，用於冷卻、化學、石化和食品加工等行業。有許多種熱轉移介質可用於這些應用物品，包括但不限於：純水、水和乙二醇的混合物、任何種類之冷凍劑(如 R-22、R-134a、R-123 等等)、氨、石化流體和其它混合物。

理想的熱轉移細管可讓熱自細管內部完全不受拘束地流至細管外部，反之亦然。然而，當熱量自由流經該細管時，通常會被熱轉阻所妨礙。熱轉移細管的總體熱阻，是將細管外部至內部的所有熱阻加總來計算，反之亦然。為充分強化細管之熱轉移，細管製造商竭力找出減少細管總體熱阻的方法。其中一種方式是加強細管外部表面，如在外表面形成散熱片。近來加強該外部細管表面進展的結果(參見如美國專利第 5,697,430 號和第 5,996,686 號)，僅有一小部分之總體細管熱阻係歸因於細管外部。舉例來說，用在滿溢式冰水機上，具有強化外部表面但平滑內側表面的典型蒸發器細管，其內部熱阻與外部熱阻的比例大概為 10:1。就理想而言，所要追

求的是讓內部熱阻:外部熱阻為 1:1。因此，更重要的是要能發展出細管內側表面的強化特徵，可明顯降低細管側向熱阻且增進細管之總體熱轉移性能。

已知可在熱轉移細管內側表面具有交替出現的凹槽及隆起緣。該凹槽及隆起緣可共同作用而加強細管中傳送的液態熱轉移介質之擾動，例如水。該擾動可增進接近細管內側表面處的流體混合，以降低或幾乎消除接近細管內側表面處液態介質所累積的邊界層。藉著增加細管的熱阻，此邊界層熱阻明顯地減損熱轉移作用。該凹槽及隆起緣亦提供額外表面區域可供額外熱交換。此基本前提可見於發給 Withers, Jr.等人的美國專利編號 3,847,212。

細管內側表面的凹槽及隆起緣的樣式、形狀及大小可經調整，以進一步增加熱交換作用。為達成此效果，細管製造商花了巨大費用來實驗這些可供替換的設計，包含揭見於發給 Takima 等人之美國專利編號第 5,791,405 號、發給 Chiang 等人之美國專利編號第 5,332,034 號和第 5,458,191 號，以及發給 Gaffaney 等人之美國專利編號第 5,975,196 號。

此外，某些樣態之熱轉移表面的作用是藉由運用液體的相變來吸熱。因此，熱轉移表面通常結合一可增進沸騰或蒸發的表面。可想而知，可藉著在沸騰表面上增加成核位置而提高表面之熱轉移作用，包括單相熱轉移靠近表面的攪拌作用、或者增加凝結表面的面積及表面張力效應。一種增進沸騰或蒸發的方法就是藉由燒結、輻射熔化(radiation-melting)或磨邊法使熱轉移表面變得粗糙，或在其上形成多孔層。已知，具有這麼一個多孔層的熱轉移表面可展現出優於平滑表面的熱轉移特性。然而，藉由上述所提

到的方法所形成之空隙或氣室是小的，且可能被沸騰液體中所含有的雜質堵塞，使得表面之熱轉移作用受到損害。此外，因為所形成的空隙或氣室其大小或尺寸不均勻，此熱轉移作用在該表面上並不一均勻。而且，目前已知結合沸騰或蒸發表面的熱轉移細管，通常需要數個步驟或過程(passes)跟工具產生最終表面。

細管製造商花了巨大費用來實驗這些可替換的設計，包含揭見於發給 Nakajima 等人之美國專利編號第 4,561,497 號、發給 Daikoku 等人之美國專利編號第 4,602,681 號、發給 Nakayama 等人之美國專利編號第 4,606,405 號、發給 Kuwahara 等人之美國專利編號第 4,563,163 號，以及發給 Sasaki 等人之美國專利編號第 4,678,029 號、發給 Lin 之美國專利編號第 4,794,984 號和發給 Angeli 之美國專利編號第 5,351,397 號。

雖說有這麼多表面設計力求強化該表面之熱轉移作用，在產業界依然有需要藉由變更現存(物)及創造新設計(品)持續強化細管設計，來提高熱轉移作用。此外，亦需要創造出多種圖案與圖樣，可更快速且更具成本效益地應用於熱轉移表面。如以下所述，本發明之熱轉移表面的(幾何)體形，以及形成這些幾何體形的工具，可顯著地改善熱轉移作用。

【發明內容】

本發明係關於一種可用來強化熱轉移表面的工具組合，譬如可在細管上成型，並藉此提高細管之熱轉移作用而至少能用於前文提及的所有應用品上(也就是：滿溢式蒸發器、降膜式蒸發器、噴霧蒸發器、吸收式冰水機、冷凝器、直接蒸發式冷卻器、單相冷卻器和加熱器，用於冷凍業、化學業、石化業和食品加工業)。

此工具組合包含多個桿子，其尖端依所需形成的表面製作成形，且位在工具座內。該工具組合之配置係以便使用時，該尖端自工具座伸出來切割該細管表面，但當切割工作完成時尖端則會縮回該工具座內。以此特色，該尖端受到保護以免不使用時碎裂或變鈍。該桿子最好是以碳化物所製。最強的碳化物只能以桿子型式獲得。因此，用本發明之桿子組態，該尖端可以採用可取得的最強切割材料製成。桿子尖端可具有不同幾何構造(體形)，以便創造出不同的表面。然而，不管桿子尖端的幾何構造(體形)為何，在必須換新桿子前，可將桿子重新塑形數次。這方式顯著降低工具準備和材料成本。此外，該桿子可從該工具組合中移開。因此，當某一尖端碎裂或變鈍時，可移開該桿子將其尖端重新塑形或乾脆換根新的桿子。

該工具組合可在細管表面上形成數個突出構造，其明顯降低細管側向熱阻並強化整體熱轉移效能。該突出構造在細管內創造出可讓流體流動的額外路徑，並藉此提高細管內流通之熱轉移介質的擾動。此方式增進流體混合，降低該流體介質在靠近該細管內側表面的邊界層堆積，這些堆積的邊界層會增加熱阻並因而妨礙熱轉移。此突出構造亦提供額外表面區域以供更多的熱交換。依照本發明所形成的突出構造，相較於僅具有簡易隆起緣的細管內部，可在細管內部形成多達五倍的表面區域。

該工具組合亦可用來創造數個空腔，其明顯降低從一單相移至下一單相的轉移時間，舉例來說，從單相移動至蒸發。空腔可導致空腔內形成較薄的膜狀沸騰，而已知熱轉移係數與沸騰膜厚度成反比，因此可強化熱轉移。突出所造出的空腔亦可提出額外表面區域以供額外的熱交換。

本發明之方法包含使用該工具組合，其可輕易地附加在現有的製造設備上，經由一切削尖端切過細管表面之隆起緣用來切斷，或直接切入細管表面削出薄層並舉升該薄層以形成此突出構造。以此方式，可形成此突出構造並無需自細管內側表面除去金屬，藉此，減少使用細管時會損害該設備的碎屑。最後，該方法亦包含把突出構造之尖端弄平或彎曲。在細管表面上之凹漕、突出構造和壓扁尖端可在同一次操作中形成，或經多次操作形成。

該工具組合可用來強化熱轉移細管之內部或外部表面，或用於平坦的熱轉移表面上，例如用來冷卻微電子的表面。那樣的表面適用於許多種應用品，例如可包含：冷暖空調、冷凍、化學的、石化的，和食品加工產業。該突出構造之實體幾何構造(體形)可經變更以針對特殊應用品及流體介質定製適合的細管。

【實施方式】

可想而知，依照本發明的細管普遍適用於（但不僅限於）需將熱量從細管一邊轉移至另一邊的任何應用品，例如多相(純液體或氣體或液/氣混合物)蒸發器和冷凝器。雖說以下討論會提出本發明之細管的理想尺寸，本發明之細管亦無須受限於這些尺寸。當然，該細管之理想幾何構造(體形)依很多因素而定，其中流過細管的流體性質相當重要。熟悉本技藝人士應能明白如何改變細管表面的幾何構造(體形)，以使用在各種應用品還有配合各種流體的熱轉移可達最大效能。此外，雖然例圖顯示的是該表面在細管之內側表面上應呈現的樣貌，可想而知，該表面也適用在細管之外部表面或平坦的表面，比如用在微電子(儀器)上。

第一 a-e 圖顯示本發明一具體實施例之該細管(21)部分形成的內側表面(18)。內側表面(18)包含數個突出構造(2)。突出構造(2)是由在內側表面上(18)所形成的隆起緣(1)所構成。首先在內側表面(18)形成隆起緣(1)，例如（但不僅限於）藉由變形、切削、拉削或擠壓。接著將該隆起緣(1)切削形成隆起緣層(4)，隨後被舉升起來形成突出構造(2)(見第一 a 和一 b 圖最為明白)。此切削和舉升可以（但不必須）使用第六 a-d 圖和第七 a-d 圖所示之工具(13)，或第 25-34 圖所示之工具組合(510)來完成，以下將對此兩者做說明。

內側表面(18)上所形成的隆起緣(1)與細管的 s 軸呈螺旋角 α (見第一 a 圖和一 e 圖)。螺旋角 α 可為 0 度到 90 度之任一角度，但最好不要超過 70 度。熟知本技藝人士應能立即了解該較佳螺旋角 α 通常，至少大部分，視所使用的流體介質而定。流經細管(21) 的液體越黏，隆起緣(1)的高度 e_r 應越大。舉例來說，與低溫時黏度頗大之液體合用時，細管樣本的高度 e_r 大於零(最好是但並非必要的，至少 0.001 吋)而最高達 25% 的細管(D_i)內徑。在此申請書中， D_i 是指從細管(21)之內側表面(18)側量細管(21)的內徑。隆起緣(1)的軸向節距 $P_{a,r}$ 視許多因素而定，包括螺旋角 α 、在細管(21)之內側表面(18)上形成隆起緣(1)的數目，和細管(21)內徑 D_i 。雖說可使用任何節距， $P_{a,r}/e_r$ 的比率最好至少為 0.002，且 e_r/D_i 的比率最好介於 0.001 到 0.25 間。然而，同前述，熟悉本技藝之人士應能立即了解這些較佳比值通常，至少大部分，視所使用的流體介質和操作環境(例如流體介質的溫度)而定。

對 s 軸以 θ 角切削隆起緣層(4)，此角度最好介於約 20 度到 50 度角，包含更佳角度約為 30 度。突出構造(2)的軸向節距 $P_{a,r}$ 可為任何大於零的值，

且除了其他因素之外，可依製造期間該工具(以下將會討論)和細管之間的每分鐘相對轉數，製造期間工具和細管的相對軸向饋送率，和製造期間為形成此突出構造而由工具所提供之尖端的數量而定。雖說所得突出構造(2)可以有任一厚度 S_p ，該厚度 S_p 最好約為 20-100% 的節距 $P_{a,p}$ 。該突起構造(2)之高度 e_p 取決於在切削深度 t (見第一 b 圖、第八 a 圖和八 b 圖)和被切削的隆起緣層上之 θ 角。突出構造的高度(2)值 e_p 最好至少和切削深度 t 一樣大，最多可達切削深度 t 的三倍。最好(但並非必要)以高度 e_r 形成隆起緣(1)，且設定切削角 θ 值使得突出構造(2)的高度 e_p 為隆起緣(1)高度 e_r 約兩倍。因此，該 e_p/D_i 的比率最好約 0.002 至 0.5(也就是 e_p/D_i 約為 e_r/D_i 比率範圍 0.001 至 0.25 的兩倍)。

第一 a 圖和一 b 圖顯示切削深度 t 等於隆起緣(1)的高度 e_r ，以便該突出構造(21)的底座(40)之可放在細管(21)內側表面(18)上。然而，該切削深度 t 不須等於隆起緣高度 e_r 。當然，該隆起緣(1)可能僅有部分隆起緣(1)被切斷(見第八 a 圖)，或越過隆起緣(1)的高度且切進細管壁(3)裡(見第八 b 圖)。在第八 a 圖中，該隆起緣(1)並未切穿其整個高度 e_r ，以便該突出構造(2)之基座(40)可較隆起緣(1)的基座(42)置於細管(21)內側表面(18)的更裡邊，其中該隆起緣(1)是置於內側表面(18)位置上。相反地，第八 b 圖說明切削深度 t 大於隆起緣高度 e_r ，以便突出構造(2)至少有一壁延伸至細管壁(3)裡，切入該內側表面(18)和隆起緣基座(42)。

當隆起緣(4)被舉起時，在鄰近的突出構造(2)間形成凹槽(20)。隆起緣層(4)切斷並舉起的方式，是要讓凹槽在內側表面(18)與細管(21)之 s 軸呈現

角度 τ (見第一 e 圖、十一 a 圖和十一 b 圖)，其中最好是介於約 80 度至 100 度，但非必須得如此。

此突出構造(2)的形狀視隆起緣(1)的形狀而定，且隆起緣(1)的方向與工具(13)的移動方向有關。在第一 a-e 圖之具體實施例中，突出構造(2)有四個邊側表面(25)、一頂部傾斜表面(26)(有助降低熱阻)，和相當尖銳的尖端(28)。然而，本發明之突出構造(2)並不限於此圖示具體實施例，但卻可以形成任何形狀。此外，細管(21)內突出構造(2)並不須形狀相同或有相同的幾何體形。

該突出構造的方向是直的(見第十 a 圖)或彎曲或扭曲的(見第十 b 圖)，需視隆起緣(1)及工具(13)的移動方向 g 所形成的 β 角而定。假設 β 角小於 90 度時，如第十 a 圖所示，突出構造(2)有一相當直的方向。假設 β 角大於 90 度，如第十 b 圖所示，突出構造(2)則有較彎曲及/或扭曲的方向。

用工具(13)切穿隆起緣(1)且舉升其產生的隆起緣層(4)，形成突出構造(2)。然而，可能使用其它形成突出構造(2)的裝置和方式。工具(13)可用任何有結構完整性的材料製成，以便抵抗金屬切削(例如鋼、碳化物、陶製品等等)，但由碳化物所製是最好的。第六 a-d 圖和第七 a-d 圖具體實施例之工具(13)通常有工具軸，兩個基座壁(30 和 32)及一個或更多個側壁(34)。開口通透整個工具(13)。在工具(13)的側壁(34)形成尖端(12)。然而，該尖端可形成或安裝在能支撐尖端而與細管(21)呈現出所需角度的任何結構上，且這樣的結構並不受限於第六 a-d 圖和第七 a-d 圖所揭示的結構。此外，此尖端可縮回其支撐結構內，以便於切削過程中可輕易改變尖端的數量。

第六 a-d 圖說明有單一尖端(12)之工具(13)的具體實施例。第七 a-d 圖說明有四個尖端(12)之工具(13)的另一具體實施例。熟悉本技藝人士應能了解此工具可裝有任一數量的尖端，其數量視突出構造(2)的節距 $P_{a,p}$ 而定。此外，單一工具(13)之各尖端的幾何體形不須相同。反倒是，工具(13)上可能有不同幾何體形的尖端(12)，以便形成具有不同形狀、方向和其它幾何體形的突出構造。

各尖端(12)由平面 A、B 和 C 的交點所形成。平面 A 和 B 的交點形成刀刃(14)，其刀穿隆起緣(1)形成隆起緣層(4)。平面 B 相對於與工具軸 q 垂直之平面呈現 φ 角(見第六 b 圖)。 φ 角即為 $90^\circ - \theta$ 角。因此， φ 角最好是大致介於 $40^\circ - 70^\circ$ 間，使得刀刃(14)依所需介於 $20^\circ - 50^\circ$ 的 θ 角切過隆起緣(1)。

平面 A 和 C 的交界形成舉升緣(15)，將隆起緣層(4)自突出構造(2)向上舉升。平面 C 相對於與工具軸 q 垂直的平面呈現 φ_1 角，就決定突出構造(2)被舉升緣(15)所舉升的傾斜角度 ω (此角位於與細管(21)縱向軸 s 垂直的平面以及突出構造(2)之縱向軸(見第一 c 圖)之間)。 φ_1 角 = ω 角，因此可調整工具(13)上 φ_1 角，直接影響突出構造(2)之傾斜角 ω 的角度。該傾斜角 ω (和 φ_1 角)相對於與細管(21)縱向軸 s 垂直的平面，最好是介於約 -45° 到 45° 間任一角度。以此方式，突出構造可平行於與細管(21)之縱向軸 s 垂直的平面(見第一 b 圖)，或相對於與細管(21)之縱向軸 s 垂直的平面或左或右傾斜(見第一 c 圖)。此外，可形成具有不同幾何體形的尖端(21)(也就是 φ_1 角在不同尖端上就會不同)，因此細管(21)內的突出構造(2)相對於與細管(21)之縱向軸 s 垂直的平面可以不同角度(或毫無角度)傾斜，且有不同的方向。

當突出構造之實際尺寸的較佳範圍值被確認時，熟悉本技藝人士應能理解此工具(13)實際尺寸可經改良，以變化該突出構造(2)之實際尺寸。舉例來說，其刀刃(14)往隆起緣(1)內切入的深度 t 以及 ϕ 角，影響該突出構造(2)的高度 e_p 。因此，該突出構造(2)之高度 e_p 可用以下數學式表示：

$$e_p = t/\sin(90-\phi)$$

或，已知 $\phi = (90-\theta)$

$$e_p = t/\sin(\theta)$$

其中， t = 切削深度

ϕ 是平面 B 相對於與工具軸 q 垂直的平面所呈現之角度；且

θ 是隆起緣層(4)相對於細管之縱向軸 s 所被切削的角度。

突出構造(2)的厚度 S_p 視突出構造(2)及角 ϕ 的節距 $P_{a,p}$ 而定。因此，厚度 S_p

可用該數學式調整： $S_p = P_{a,p} \cdot \sin(90-\phi)$ 或，已知 $\phi = 90-\theta$ ，

$$S_p = P_{a,p} \cdot \sin(\theta)$$

其中， $P_{a,p}$ 是突出構造(2)的軸向節距；

ϕ 是平面 B 相對於與工具軸 q 垂直之平面所呈現的角度；且

θ 是隆起緣層(4)相對於細管之縱向軸 s 被切削的角度。

第四圖和第五圖說明一種可行的製作裝置，用來強化細管(21)的表面。這些圖示決不是要侷限依本發明製作細管的過程，反倒是可採納運用任一適當裝備或裝備配置的細管製作過程。本發明的細管由具有合適物理特性的各種材料所製，上述物理特性包含結構完整性、展性和塑性，舉例來說，如銅和銅合金、鋁和鋁合金、黃銅、鈦、鋼和不鏽鋼。第四圖和第五圖說明在細管(21)上有三個心軸(10)運作，用以強化細管(21)的外部表面。注意

在第四圖中有一個心軸被省略並未畫出。各心軸(10)包含具備多個鰭狀圓盤(7)的工具組合，其軸向所擠壓出的凸起外部鰭狀物(6)之間具有軸向節距 P_{a0} 。該工具組合可包含額外的圓盤，如刻痕圓盤或扁平化圓盤，進一步強化細管(21)的外部表面。此外，雖然圖中只有顯示三個心軸(10)，可依所需的外部表面加強作用使用較少或較多的心軸。然而，所用心軸的數量依細管應用品而定，在細管的外部表面並非一定要具有強化作用。

強化細管(21)內側表面(18)的一個例子裡，可讓心軸(9)旋轉安裝於其上的心軸柄(11)延展伸入細管(21)。工具(13)經開孔(16)安裝在柄(11)上。螺釘(24)將工具(13)固定在位置上。工具(13)用任何適當方式用與柄(11)鎖緊而隨之轉動。第六 d 圖和第七 d 圖說明工具(13)可能具備接槽(17)，用來扣住柄(11)上的突出構造(未圖示)，將工具(13)相對於柄(11)固定住。

操作時，細管(21)在製造過程中移動時通常會做旋轉。細管壁(3)在心軸(9)和鰭狀圓盤(7)間移動，此圓盤會在細管壁(3)上施加壓力。在壓力下，金屬之細管壁(3)流進鰭狀圓盤(7)間凹槽處，在細管(21)的外部表面形成鰭狀物(6)。

在心軸(9)上具有所需之內側表面圖案的鏡像，以便當細管(21)和心軸(9)啮合時，會形成細管(21)內側表面(18)上的所需圖案。理想的內側表面圖案包含隆起緣(1)，如第一 a 圖和第四圖所示。在細管(21)內側表面(18)上形成隆起緣(1)後，細管(21)與位在鄰近之工具(13)以及順游處的心軸(9)相遇。如先前所解釋，工具(13)的刀刃(14)切過隆起緣(1)形成隆起緣層(4)。細管(13)之舉升緣(15)接著舉升隆起緣層(4)形成突出構造(2)。

當工具(13)同時形成突出構造(2)與外部鰭狀物和時，是固定不動的(也就是不旋轉或沿軸的方向移動)，細管(21)自動旋轉且有一軸向運動。在這個例子中，該突出構造的軸向節距 $P_{a,p}$ 可由下列公式計算/控制：

$$P_{a,p} = \frac{P_{a,o} \cdot Z_o}{Z_i}$$

其中：

$P_{a,o}$ 為外部鰭狀物(6)的軸向節距；

Z_o 為在細管(21)外徑上突起鰭狀物的數量；及

Z_i 為工具(13)上尖端(12)的數量。

為獲得某個特定的突出構造軸向節距 $P_{a,o}$ ，也可以旋轉工具(13)。細管(21)和工具(13)能以相同方向旋轉，或能以相反方向旋轉。為獲得預定的軸向突出構造節距 $P_{a,o}$ ，此工具(13)之必要轉數(每分鐘轉速(RPM))用以下公式來計算：

$$RPM_{tool} = \frac{RPM_{tube}(P_{a,o} \cdot Z_o - P_{a,p} \cdot Z_i)}{Z_i \cdot P_{a,p}}$$

其中：

RPM_{tube} 為細管(21)的旋轉頻率；

$P_{a,o}$ 為外部鰭狀物(6)的軸向節距；

Z_o 為在細管(21)外徑上凸起鰭狀物的數量；

$P_{a,p}$ 為突出構造(2)的所需軸向節距；及

Z_i 為工具(13)上尖端(12)的數量。

假設計算結果為負值，則工具(13)應以細管(21)之相同方旋轉來獲得所需要的 $P_{a,o}$ 值。或者，假設結果為正值，則工具(13)應以細管(21)之相反方

旋轉來獲得所需要的 $P_{a,o}$ 值。

可知，雖然此例顯示可在一次操作中形成突出構造(2)與隆起緣(1)，也可使用預先形成內部隆起緣(1)的細管，在與之不同的另一次操作中製作突出構造(2)。這通常會需要一裝置讓工具(13)或細管(21)旋轉，且沿此細管軸移動工具(13)或細管(21)。此外，最好能有一支撐將工具(13)對準細管表面(18)。

在這情形下，該突出構造(2)之軸向節距 $P_{a,p}$ 用以下公式來計算：

$$P_{a,p} = X_a / (RPM \cdot Z_i)$$

其中：

X_a 為細管(21)和工具(13)間的相對軸向速度(距離/時間)；

RMP 為工具(13)和細管(21)間的旋轉相對頻率；

$P_{a,p}$ 為所需要的突出構造(2)軸向節距；及

Z_i 為工具(13)上尖端(12)的數量。

此公式適用以下條件：(1)此細管僅沿軸向移動(也就是不旋轉)而且工具僅旋轉(也就是不軸向移動)；(2)細管僅旋轉且工具僅軸向移動；(3)工具旋轉且軸向移動，但細管不旋轉且軸向固定不動；(4)細管旋轉且軸向移動，但工具不旋轉且軸向固定不動；及(5)上述任一組合。

配有本發明之細管內側表面，創造出流體流動之額外路徑(介於突出構造(2)流經凹槽(20)處)，以便讓熱轉移和熱壓力降幅最大。第九 a 圖說明上述可讓流體流經細管(21)的額外路徑(22)。這些路徑(22)是除了隆起緣(1)之間所造的流體路徑(23)以外的額外路徑。這些額外路徑相對該細管軸 s 呈現

螺旋角 α_1 。角 α_1 是突出構造(2)與鄰近隆起緣(1)間的夾角。第九 b 圖清楚地顯示這些由突出構造(2)所形成的額外路徑(22)。螺旋角 α_1 ，以及流經細管(21)之路徑(22)的方向，可藉由調整突出構造(2)的節距 $P_{a,p}$ 以下列數學式調整：

$$P_{a,p} = \frac{P_{a,r} \cdot \tan(\alpha) \cdot \pi D_i}{\pi D_i \cdot (\tan(\alpha) + \tan(\alpha_i)) \pm P_{a,r} \cdot (\tan(\alpha) + \tan(\alpha_i)) \cdot Z_i}$$

其中：

$P_{a,r}$ 為隆起緣(1)的軸向節距；

α 為隆起緣(1)到細管軸 s 的角度；

α_i 為突出構造(2)間的所需螺旋角度；

Z_i 為工具(13)上尖端(12)的數量；及

D_i 為自細管(21)內側表面(18)測量的細管內徑。

假設隆起緣螺旋角 α 和凹槽的角 τ 均為左旋或右旋(見第十一圖)，則在上述數學式使用減號[-]。或者，假設隆起緣螺旋角 α 和凹槽的角 τ 為反向螺旋(見第十一 a 圖)，則在上述數學式使用加號[+]。

具有上述表面的細管表現優於現有的細管。第十二圖和十三圖以圖示說明兩例像這樣的細管(細管編號 25 和細管編號 14 的沸騰細管)之強化作用，證明這些細管間加強作用因素的差異。此加強作用因素是新細管(細管編號 25 和細管編號 14)熱轉移係數(細管側向熱轉移係數(第十二圖)和總體熱轉移係數(第十三圖))增加超過現有細管(Turbo-B®、TurboB II® 和 TurboB III®)的因素。然而，再次強調，細管編號 25 和 14 僅不過是依本發明的例子。依照本發明製造的其它細管態樣優於各種應用品內現存的細

管。

Turbo-B®、TurboB II®和 TurboB III®細管的物理特徵，描述於發給 Thors 等人的美國專利編號第 5,697,430 號文件的表一及表二。Turbo-B®是參照細管 II；細管-B II®是參照細管 III；及細管 B-III®是參照細管 IV_H。細管編號 25 和細管編號 14 的內側表面符合本發明且包含以下物理特徵：

表一 細管和隆起緣尺寸

	細管編號 25	細管編號 14
細管外徑(吋)	0.750	0.750
細管內徑(吋)	0.645	0.650
內部隆起緣數量	85	34
內部隆起緣的螺旋角度(度)	20	49
內部隆起緣高度 e_r (吋)	0.0085	0.016
內部隆起緣軸向節距 $P_{a,r}$ (吋)	0.065	0.052
$P_{a,r}/e_r$	7.65	3.25
e_r/D_i	0.0132	0.025

表二 突出構造尺寸

	細管編號 25	細管編號 14
突出構造高度 (吋)	0.014	0.030
突出構造軸向截距 (吋)	0.0167	0.0144
突出構造厚度 (吋)	0.0083	0.007

切進隆起緣的深度 t(吋)	0.007	0.015
---------------	-------	-------

此外，形成細管編號 25 和 14 號之突出構造所使用的工具，有以下特徵：

表三 工具尺寸

	細管編號 25	細管編號 14
切削尖端的數量 Z_i	3	1
ϕ 角(度)	60°	60°
ω 角(度)	2°	2°
π 角(度)	89.5°	89.6°
β 角(度)	69.5°	40.6°
外徑突出鰭狀物數目	3	N/A
工具每分鐘轉數	0	1014
每分鐘細管轉數	1924	0
X_a (吋/分鐘)	96.2	14.7

第十二圖顯示細管編號 14 之細管側熱轉移係數為約 1.8 倍，且細管編號 25 的係數約為 TurboB III® 的 1.3 倍，此為目前最常使用在蒸發器中的細管，在第十二圖和第十三圖中視為基準線。同樣地，第十三圖顯示細管編號 25 的整體熱轉移係數是約 1.25 倍，且細管編號 14 的係數約為 TurboB III® 的 1.5 倍。

如第十四圖所示，本發明之其它具體實施例包含在細管(100)內側表面

(104)有主要凹槽(108)的熱轉移表面，也有一外部表面(106)和細管壁(102)。

熟悉本技藝人士可瞭解，主要凹槽(108)的數量的變更，取決於該熱轉移表面所屬的應用品，以及所使用之流體介質。主要凹槽(108)可用任何方式形成，包括但不僅限於：切削、變形、拉削或擠壓。主要凹槽(108)是在內側表面(104)上與細管之軸 s 形成螺旋角度 α (未圖示)。螺旋角 α 可介於 0° 到 90° ，但以不超過 70° 為佳。熟悉本技藝人士可迅速瞭解該較佳螺旋角 α 常常，至少部分是，取決於所使用的流體介質。

主要凹槽(108)的軸向節距依許多因素決定，包括螺旋角 α 、細管(100)內壁(104)上所形成之主要凹槽的數目，以及細管(100)內徑。在本申請書中，內徑是由細管(100)的內側表面測得。較佳的軸向節距可由 0.01 吋到無限大（若主要凹槽與細管軸 s 平行延伸）。

本發明某些具體實施例也包括突出構造或翼片(110)。突出構造(110)可由內側表面(104)切削並抬升而成，如第十五 A 到十五 C 圖所示。突出構造(110)最好與細管(100)呈 θ 角切削（如第十五 C 圖）。突出構造(110)的高度 e_p 是依內側表面的切削深度 t 和切削角度 θ 而定。突出構造(110)的高度 e_p 總是大於切削深度 t 。切削深度 t 最好大於主要凹槽(108)的深度。不過，切削深度 t 也可能小於或等於主要凹槽的深度。

突出構造(110)的軸向節距 $P_{a,p}$ 可以是大大於零的任何數值，而且，除了其他的因素，通常是依用來形成此突出構造(110)之工具在製作時與細管之間的每分鐘相對轉數（如前文所討論的工具(13)或如下討論的改良工具(300,325,350)，或可縮回的工具組合），還有製作時所用來形成突出構造(110)

之工具所具有的切削尖端數目。突出構造(110)的軸向節距 $P_{a,p}$ 最好是介於.00197 到.197 吋。軸向節距 $P_{a,p}$ 和高度通常依突出構造的數目而定，其中高度 e_p 隨 $P_{a,p}$ 減少。

突出構造(110)的形狀是依內部表面(104)形狀，以及主要凹槽(108)被用來形成突出構造(110)的工具相對移動所切削之後該內部表面(104)的走向而定。第十五 A 圖到十五 C 圖的實施例中，突出構造(110)具有四個側面(120)、一傾斜頂面(122)以及一相當銳利的尖端(124)。

突出構造(110)的尖端(124)可選擇性地壓扁，以製作沸騰空腔(114)，如第十六 A 到十六 D 圖所示。或者，突出構造(110)的尖端(124)可彎曲以製造沸騰空腔(114)，如第十七 A 到十七 B 圖所示。在別的實施例中，突出構造(110)的尖端(124)可增厚以製造沸騰空腔(114)，如第二十三 A 到二十三 B 圖所示。在另外的實施例中，突出構造(110)可彼此相對傾斜以製造沸騰空腔(114)，如第十八 A 到十八 C 圖所示。熟悉本技藝的人士應能了解，若要製作的是冷凝表面，突出構造(110)的尖端(124)可保持大致直線（並未彎曲或扁平），並且與細管(100)內側表面(104)大致垂直。然而，如果要製作的是沸騰或蒸發表面，沸騰空腔(114)的出現可顯著增加此沸騰表面的效能。沸騰空腔(114)的製作創造出液體流動的路徑，並能增進液態轉變成汽態。

不過，本發明的突出構造(110)並不僅限於以上所列舉的實施例，反而可形成任何形狀。此外，細管(100)的各個突出構造(110)並不需要是相同形狀或具有相同幾何形體。

如第十五 A 圖所示，可在相鄰的突出構造(110)之間有個第二凹槽

(112)。第二凹槽(112)與細管軸向 s 呈現一角度 τ (圖中未顯示)。角度 τ 可以是介於約為 80° 和 100° 之間的任意角度。最好，角度 τ 約為 90° 。

本發明有些實施例也包括在一細管上製造沸騰表面的方法與工具。在形成第一凹槽(108)時，如第十九圖所示的起槽刀具(200)特別有用。起槽刀具(200)的外徑比細管(100)的內徑大，所以當它拉過或推過細管(100)時，就形成主要凹槽(108)。起槽刀具(200)也包括一穿孔(202)以便與一柄相連 (參見第二十一圖)。

可依上述方式運用如第六 A-D 圖和第七 A-D 圖中的工具(13)，形成突出構造(110)和第二凹槽。如果已知突出構造(110)之實際尺寸的較佳範圍，熟悉本技藝的人士應能了解可藉由改良工具(13)的實際尺寸影響所製出的突出構造(110)之實際尺寸。譬如說，刀刃(14)切入內側表面的深度 t 和角度 ϕ 會影響到突出構造(110)的高度 e_p 。因此，突出構造(110)的高度 e_p 可依下列式子調整：

$$e_p = t / \sin(90-\phi) \text{ 或已知 } \phi=90-\theta,$$

$$e_p = t/\sin(\theta)$$

其中：

t 為切削深度；

ϕ 為平面 B 和與工具軸 q 垂直的平面之間的角度；且

θ 為該層與細管(100)之縱向軸 s 相關的切削角度。

突出構造(110)的厚度 S_p 視突出構造(110)的軸向節距 $P_{a,p}$ 和角度 ϕ 而定。因此，厚度 S_p 可依下式調整：

$$S_p = P_{a,p} \cdot \sin(90-\phi) \text{ 或 } \phi=90-\theta,$$

$$S_p = P_{a,p} \cdot \sin(\theta)$$

其中：

$P_{a,p}$ 為突出構造(110)的軸向節距；

ϕ 為平面 B 和與工具軸 q 垂直的平面之間的角度；且

θ 為相對於細管(100)之縱向軸 s 的內側表面(104)切削角度。

或者，工具(13)可經改良以製造各種不同表面。如前文所說，每一個工具(13)尖端的幾何體形並不需相同。譬如，第二十二圖顯示的改良工具(300)具有幾何體形不同的兩組尖端(318,320)，以製作具有傾斜突出構造(110)的沸騰表面，如第十八 A 到十八 C 圖所示。為了製作這樣的表面，相鄰的尖端(318,320)具有不同角度 ϕ_1 （此角度決定了突出構造(110)被抬升的傾斜角 ω ）。改變突出構造(110)的傾斜角 ω ，可能會在沸騰空腔(114)開口處(116)得到突出構造(120)之間的特定間隔 g，這又會影響沿著表面(104)的液體流量 s 曲線。

因此，突出構造的間距 g 可用以下公式表示：

$$g = p \cdot (1 - \sin(\phi)) - \tan(90 - \phi_1) \cdot \left[\frac{2t \cdot \sin(\phi_1)}{\sin \phi} - p \cdot \sin(\phi) \cdot (1 - \sin(\phi)) \right]$$

其中：

p 為突出構造(110)的軸向節距；

ϕ 為平面 B 和與工具軸 q 垂直的平面之間的角度；且

ϕ_1 為工具(300)介於平面 C 與工具軸 q 垂直的平面間的角度；及

t 為切削深度。

本發明一些實施例中，突出構造(110)的尖端(124)可用如第二十一圖的

扁平化工具(400)弄扁或彎曲(如第十六A到十六D圖所示)。此扁平化工具(400)最好具有比內側表面上的突出構造(110)具有更大直徑。因此，若將扁平化工具(400)推進或拉出細管(100)，突出構造的尖端(124)就變彎曲或扁平。扁平化工具(400)包括一穿孔(402)以供與柄(130)連結。

另外的實施例中，突出構造(110)的尖端(124)不需使用到扁平化工具(400)，就可以達成與第十六A到十六D圖類似的扁平或彎曲形狀。譬如，可將工具(13)改良，除了切削並抬升突出構造的尖端(124)，還納入一個多個尖端以便弄平突出構造(110)的尖端。譬如，第二十A圖中顯示的改良工具(325)，具有與工具(13)相同的幾何體形，另包括一扁平化尖端(316)可在突出構造形成後將之彎曲或弄平。改良工具(325)可用來製作沸騰表面，如第十七A到十七B圖以及第二十B到二十C圖。

用在熱轉換表面的沸騰表面也可藉由增厚的尖端(124)製造出突出構造(110)。如第二十三A和第二十三B圖，具有增厚尖端(124)的熱轉換表面可用來製作沸騰空腔(114)。第二十四C到二十四D圖顯示的是工具(13)的改良實施例(350)，可用來製作具有增厚尖端(124)的突出構造。

在這些實施例中，改良工具(350)的尖端(302)包含兩個刀刃(360,370)，第一刀刃(360)和與工具軸 q 垂直的平面呈現角度 β_2 ，第二刀刃(370)和與工具軸 q 垂直的平面呈現角度 β_3 （角度 β_2 和 β_3 類同於第六b圖中的角度 φ ）。調整角度 β_2 和 β_3 就調整隆起緣(1)或細管表面(104)被切削的角度 θ ，也就調整所得突出構造的形狀。藉由以兩不同角度切入隆起緣(1)或細管表面(104)，可形成具有較細柄和較厚尖端的突出構造，如第二十三A到二十

三 B 圖以及第二十四 A 和二十四 B 圖所示。

具有加厚尖端(124)的突出構造(110)，可參照第二十四 A 到二十四 B 圖

用以下公式求出：

$$\frac{P}{t-t_1} \geq \frac{\sin(\varphi_3 - \varphi_2) \cdot \sin \varphi_3}{\cos \varphi_2}$$

其中：

φ_2 為

φ_3 為

t 為切削的全深；且

t_1 為第一據點之刀刃切削的深度，接著該突出構造尖端(124)如第 24A 圖所示，該空隙的計算方式如下：

$$g = p \cdot (1 - \sin(\varphi_2)) - \frac{(t - t_1) \cdot \sin(\varphi_3 - \varphi_2)}{\sin(\varphi_3)}$$

如果下述正確：

$$\frac{P}{t-t_1} \leq \frac{\sin(\varphi_3 - \varphi_2) \cdot \sin \varphi_3}{\cos \varphi_2}$$

則該突出尖端(124)就如第 24B 圖所示，且空隙 g 計算方式如下：

$$g = p \cdot \cos(\varphi_3 - \varphi_2) \cdot (1 - \sin(\varphi_2) - \cos(\varphi_2) \cdot (\tan(\varphi_3 - \varphi_2)))$$

第二十一圖顯示用於強化細管(100)表面的可能製造設備。這些圖樣並不是要侷限依本發明製作細管(100)的程序，倒是可用任何製作程序、適當工具或設備的配置。本發明的細管(100)可用多種具有適當物理性質的材料製成，上述物理特性包含結構完整性、展性和塑性，舉例來說，如銅和銅

合金、鋁和鋁合金、黃銅、鈦、鋼和不鏽鋼。

強化細管(100)內側表面的方法中，扁平化工具(400)穿過開孔(402)裝在一柄(130)上，此柄又延伸入細管中。工具(13)穿過開孔(16)裝在柄(130)上。熟悉本技藝人士應能了解，可用改良工具(300,325,或 350)取代工具(13)並且（或者）將扁平化工具(400)移去，依所需要形成的表面而定。起槽刀具(200)穿過開孔(202)可旋轉地裝在柄(130)上。螺釘(132)把全部三個工具(200,13,400)固定在柄(130)上。工具(13,400)最好是用任何適當方式鎖緊而與柄(130)一起轉動。第六 B 圖與第七 B 圖顯示的工具(13)上可能帶有接槽(17)，以便與柄上的突出構造（未顯示）彼此相扣而將工具(13)相對固定於柄(130)上不動。

雖沒有圖示，若依本發明的方法和(或)工具用於製作細管的內側表面，製造裝置可包括多個心軸以使用於強化細管的外部表面，如前文的討論以及第五圖所表示。每個心軸基本上都包括一組具有鰭狀圓盤(7)的工具組合，其中由鰭狀圓盤軸向擠壓出的凸起外部鰭狀物之間具有軸向節距 $P_{a,0}$ 。此工具組合也可包含額外的圓盤，像是刻痕圓盤或扁平化圓盤，以便更進一步強化細管的外側表面。可知，依細管的應用，細管外側表面可能並不需要有強化構造。在操作時，細管壁在心軸之間移動，心軸則會施加壓力於細管壁。

起槽刀具(200)上具有所需內側表面圖樣的鏡像，如此可讓細管(100)與起槽刀具(200)嚙合時，由起槽刀具(200)在細管(100)內側表面(140)形成所需要的圖樣。所需之內側表面(104)有一例是包含了主要凹槽(108)，如第十四

圖所示。待細管(100)內側表面(104)形成主要凹槽(108)之後，細管(100)又遇到緊鄰起槽刀具(200)下游位置的工具(13)。工具(13)的刀刃(14)切過內側表面(104)。接著工具(13)的舉升緣剝開內側表面(104)以形成突出構造(110)。

若突出構造(110)是與外部鰭狀物(13)同時形成，而且工具(13)也固定不動（也就是說，並無轉動或軸向移動），細管(100)自動旋轉而有一軸向運動。

在此例中，突出構造(110)的軸向節距 $P_{a,p}$ 依下列方程式決定：

$$P_{a,p} = \frac{P_{a,o} \cdot Z_o}{Z_i}$$

其中：

$P_{a,o}$ 為外部鰭狀物(6)的軸向節距；

Z_o 為在細管(21)外徑上鰭狀凸起的數量；及

Z_i 為工具(13)上尖端(12)的數量。

若要得到某個特定的突出構造軸向節距 $P_{a,p}$ ，可旋轉工具(13)。細管(100)和工具(13)兩者均可同向旋轉，或細管(100)和工具(13)兩者可能是反向旋轉。為獲得預定的軸向節距 $P_{a,p}$ ，工具(13)所必須的旋轉（以每分鐘的轉數表示(RPM)）可由下述公式算出：

$$RPM_{tool} = \frac{RPM_{tube}(P_{a,o} \cdot Z_o - P_{a,p} \cdot Z_i)}{Z_i \cdot P_{a,p}}$$

其中：

RPM_{tube} 為細管(100)的旋轉頻率；

$P_{a,o}$ 為外部鰭狀物(6)的軸向節距；

Z_o 為在細管外徑上鰭狀凸起的數量；

$P_{a,p}$ 為突出構造(110)的所需軸向節距；及

Z_i 為工具(13)上尖端(12)的數量。

假設計算結果為負值，則工具(13)應以細管(100)之相同方旋轉來獲得所需要的節距 $P_{a,o}$ 值。或者，假設結果為正值，則工具(13)應以細管(100)之相反方旋轉來獲得所需要的節距 $P_{a,o}$ 值。

可知，雖然此例顯示可在一次操作中形成突出構造(110)與主要凹槽(108)，也可使用預先形成主要凹槽(108)的細管(100)，在與之不同的另一次操作中製作突出構造(110)。這通常會需要有一裝置讓工具(13)或細管(100)旋轉，且沿此細管軸移動工具(13)或細管(100)。此外，最好能有一支撐（未顯示）將工具(13)對準細管表面(108)。

在這情形下，該突出構造(2)之軸向節距 $P_{a,p}$ 用以下公式來計算：

$$P_{a,p} = X_a / (RPM \cdot Z_i)$$

其中：

X_a 為細管(100)和工具(13)間的相對軸向速度(距離/時間)；

RMP 為工具(13)和細管(100)間旋轉的相對頻率；

$P_{a,p}$ 為突出構造(110)的所需軸向節距；及

Z_i 為工具(13)上尖端(12)的數量。

此公式適用以下條件：(1)此細管(100)僅沿軸向移動(也就是不旋轉)而且工具(13)僅旋轉(也就是不軸向移動)；(2)細管(100)僅旋轉且工具(13)僅軸向移動；(3)工具(13)旋轉且軸向移動，但細管(100)既不旋轉且軸向固定不動；(4)細管(100)旋轉且軸向移動，但工具(13)既不旋轉且軸向固定不動；以及(5)上述任一組合。

配有本發明之細管內側表面(104)，可創造出流體流動之額外路徑穿過第二凹槽(112)，以便讓熱轉移和熱壓力降幅最大。第十五 A 圖說明上述流體流經細管(100)的額外路徑(22)。這些路徑是除了主要凹槽(108)之間所造的流體路徑(23)以外的額外路徑。這些額外路徑相對該細管軸 s 呈現螺旋角 α_1 。角 α_1 是突出構造(110)與鄰近之主要凹槽(108)間的夾角。螺旋角 α_1 ，以及流經細管(100)之額外路徑的方向，可藉由調整突出構造(110)的節距 $P_{a,p}$ 以下列數學式調整：

$$P_{a,p} = \frac{P_{a,r} \cdot \tan(\alpha) \cdot \pi D_i}{\pi D_i \cdot (\tan(\alpha) + \tan(\alpha_1)) \pm P_{a,r} \cdot (\tan(\alpha) + \tan(\alpha_1)) \cdot Z_i}$$

其中：

$P_{a,r}$ 為主要凹槽(108)的軸向節距；

α 為主要凹槽(108)到細管軸 s 的角度；

α_1 為突出構造(110)間的所需螺旋角度；

Z_i 為工具(13)上尖端(12)的數量；及

D_i 為自細管(100)內側表面(104)測量的細管(100)內徑。

第二十五圖到第三十四圖顯示的是可用來形成上述熱轉移表面的另一工具組合(510)。此工具組合包括具有尖端(514)的桿(512)（參見第二十七圖），可在一熱轉移細管的表面（特別是內側表面）形成突出構造。桿子(512)可用任何有結構完整性的材料製成（例如鋼、碳化物、陶製品等等），但由碳化物所製是最好的（像是碳化鎢）。尖端(514)最好（但非必要）是位於桿子(512)末端一體成形。尖端(514)的幾何體形最好（但非必要）和工具(13)的尖端(12)相同，如第六 a 圖到六 d 圖以及其相關描述。

桿子(512)可滑入具有一前端(518)與一後端(520)以及一井狀通道(522)的桿子導管(516)(參見第二十八圖至二十九圖),此井狀通道(522)的尺寸可容納桿子(512)(參見第三十至三十一圖)。井狀通道(522)最好是延伸穿過桿子導管(516),以致在桿子導管(516)上的前端(518)以及後端(520)或其鄰近位置均有開口。尖端(514)由桿子導管(516)前端(518)的井狀通道(522)開口延伸出。待桿子(512)滑入桿子導管(516)之後,可在此桿子導管(516)後端(520)的井狀通道(522)開口處旋入一螺絲釘(524)(如第二十五圖至二十六圖所示)。調整螺絲釘(524),就能調整尖端(514)由桿子導管(516)前端(518)的井狀通道(522)開口所延伸出去的距離。接下來,尖端(514)的延伸量可決定此尖端(514)在細管內側表面(140)上切入隆起緣的深度。第二螺絲釘(528)可旋入在桿子導管(516)長邊上所具有的螺絲孔(530)(在第三十圖至三十一圖中是位於桿子導管(516)的前端(518))。此第二螺絲釘(528)可將桿子(512)固定在桿子導管(516)上(也就固定了尖端(514)的延伸量)。

桿子導管(516)的前端(518)最好具有定心平面(532)。使用時,定心平面(532)接觸到隆起緣(1)的頂端,或是此切削尖端(514)所要切削的細管內側表面(104)。經由如此接觸方式,定心平面(532)可讓工具組合(510)在強化細管內側表面時保持對準於細管內。

接著再把桿子導管(516)插入一工具座(534),如第三十二圖至三十三圖。此工具座(534)包括頭部(536)和定出工具座縱軸(未顯示)的尾部(544)。頭部(536)具有一外壁(542)(圖中顯示為圓柱狀,不過可以是任意適當形狀),還有一空心井狀通道(546)基本上延伸貫串頭部(536)的全長。每個井狀

通道(546)最好在頭部(536)的頂面(540)或其附近有一開口，而且在頭部(536)的底面(538)或其附近有一開口。各井狀通道(546)的軸與工具座(534)的縱軸最好能呈現出 0° 到 90° 的角度。井狀通道(546)的尺寸是要能夠容納桿子導管(516)（內含有桿子(512)），如第三十四圖所示，滑入工具座(534)上的井狀通道(546)之中。

依據特定應用例中所需用到的尖端(514)數目，工具座(534)可具有任意數目的空心井狀通道(546)。依據所需的隆起突出構造之節距(P_{ap})，並不是所有空心井(514)都得插上桿子導管(516)及桿子(512)。此外，同一個工具座(534)上所有桿子(512)的尖端(514)幾何體形均應相同。不過，為了形成有不同形狀、方向或其他幾何體形的突出構造，可在工具座(534)上提供具有不同幾何體形的尖端(514)。例如，如之前與第十八 A 至十八 C 圖以及第二十二圖的說明，若尖端(14)具有不同角度 φ_1 ，會使得突出構造具有不同傾斜角 ω 。如此一來，工具組合(510)可用來製作具有傾斜突出構造的沸騰表面，如第十八 A 圖到十八 C 圖所顯示。

此外，如前文關於第二十三 A 圖至二十三 B 圖以及第二十四 A 圖至二十四 D 圖的說明，若尖端(302)具有多重刀刃，可形成具有增厚尖端(124)的突出構造，並製造出核化沸騰空腔。

接著參照第二十五圖到二十六圖，顯示的是一墊圈(548)和一心軸(550)旋上工具座(534)的桿部(544)。墊圈(548)包括一底座(552)，由此延伸出多個叉齒(554)。墊圈(548)的叉齒(554)位置是面對著工具座(534)頭部(536)的底面(538)。工具座(534)頭部(536)的頂面(540)最好最有一螺紋孔(556)，以供鎖上

一桿子(558)。有一整形隔片(560) (裝在桿子(558)上) 緊鄰工具座(534)的頭部(536)配置，還有一偏向元件 (此例中是彈簧(562)，也裝在桿子(558)上) 置於緊鄰整形隔片(560)處。偏向元件可以是任意的構造 (包括但不限於：一彈簧，包含板片彈簧、圓盤彈簧、螺旋彈簧、線圈彈簧、曲折彈簧，等等)，並可運用任何能夠壓縮和伸展的材料製成 (包括但不限於：橡膠、金屬、塑膠等等)。桿子(558)後端鎖上一鉚釘，以便把彈簧(562)和整形隔片(560)都固定在工具組合(510)。可知具有頭部和桿部的螺絲釘 (未顯示) 可輕易取代桿子(558)和螺帽(564)。

一旦組合起來，每個桿子導管(516)的頭部(518)就與整形隔片(560)接觸，而各個桿子導管(516)的後端(522)則與墊圈(548)的底座(552)接觸。工具座(534)桿狀部分(544)的遠端具有螺紋(566)，因此工具組合(510)可旋上桿子導管的末端 (可能固定不動或可旋轉)，結合上如第二十五圖到二十六圖的組合，延伸穿入一細管的內部以便強化細管的表面。

在平衡狀態下 (如第二十五圖顯示)，尖端(514) (固定在桿子導管(516)上) 並不會延伸超出工具座(534)頭部(536)的外壁(542)，也就因此被保護著。使用時，心軸(550)在細管內側表面形成隆起緣，接下來再被尖端(514)切削並舉升而形成所需的突出構造。熟悉本技藝人士應能了解心軸(550)可用一起槽刀具(200)取代 (如第十九圖顯示)，以便在細管表面形成凹槽(108) (而不是隆起緣(1)) (當然，必須有一外力施於工具組合(510)以便將尖端(514)由工具套(534)中有效露出)。然後尖端(514)將切入細管壁(104) (而不是隆起緣(1)) 形成突出構造，如第十五 A 圖顯示。

在此過程中，心軸(550)（或起槽刀具(200)）對墊圈施壓，墊圈又接著對桿子導管(516)施壓。受此壓力，桿子導管(516)沿著各自的空心井狀通道(546)往整形隔片(560)滑動。尤其是，墊圈(548)的底座(552)對桿子導管(516)的後端(520)施加一力，將他們順著井狀通道(546)推動。如此一來，尖端(514)就被推出工具座(534)頭部(536)的外壁(542)（如第二十六圖顯示），暴露出來以便切削並舉升隆起緣(1)或細管內側表面(104)以形成突出構造，如前文關於第 1a 圖至 1c 圖以及第十五 a 圖至十五 c 圖的討論。桿子導管(516)對整形隔片(560)施壓，又接著壓縮彈簧(562)。墊圈(548)上的叉齒(554)和工具座(534)頭部(536)底面(538)彼此接觸，避免桿子導管(516)進一步移動。因此，墊圈叉齒(554)的高度控制了桿子導管(516)相對於工具座(534)（以及尖端(514)）被推動的距離，並因而影響尖端(514)暴露出來的分量，以及尖端(514)因而切入細管表面的深度(t)。工具組合(510)可更換具有不同叉齒(554)高度的墊圈(548)，用以精確控制尖端(514)伸出工具座(534)頭部(536)外壁(542)的多寡，以及尖端(514)的切入深度(t)。

以尖端(514)切削並舉升之後，新形成的突出構造接觸到整形隔片(560)，後者將規範由尖端(514)所切出之突出構造的高度。太高的突出構造會被整形隔片(560)壓扁，直到其高度成為所選定的高。工具組合中可更換不同直徑的整形隔片(560)，輕易調整突出構造的高度。整形隔片(560)也可用來壓扁某些或全部的突出構造以形成沸騰空腔，如第十六 A 圖至十六 D 圖、十七 A 圖至十七 B 圖，以及二十 B 圖至二十 C 圖。或者，也可將尖端(514)幾何體形為扁平化尖端(316)的桿子(512)插入工具座中。如此一來，位

於工具座內的桿子尖端（或尖端）也可同時實施壓扁的功能。

當突出構造的形成已經完成，也不再有力施於墊圈(548)，壓縮的彈簧(562)會讓工具組合(510)回復平衡狀態（如第二十五圖顯示），也就是說彈簧(562)迫使整形隔片(560)推動桿子導管(516)返回，直到整形隔片(560)接觸工具座(534)頭部(536)的頂面(540)。如此一來，桿子導管(516)沿著井狀通道(546)滑動以便尖端(514)縮進工具座(534)的外壁(542)。

已知有力量施於工具組合(510)的不同元件，墊圈(548)、工具座(534)、桿子導管(516)、整形隔片(560)均應使用在壓力之下依然能維持其結構的材料製成。譬如，這些元件可用金屬製成，包括碳化物、鋼，等等。

若要移開工具組合(510)，只要旋開工具座(534)桿部(544)遠端，就能旋開桿子導管（未顯示）。不過，往往工具組合(510)會變得牢牢固定在桿子導管上難以旋鬆。如果用手，要把工具組合(510)旋鬆所需的力量可能會損傷工具組合(510)。因此，最好在工具座(534)外壁(542)上具有開孔(568)。可用一裝置插入上述開孔(568)，利用力矩把工具組合(510)旋鬆。

本發明的工具座(510)設計可有許多優點。若桿子(512)上的尖端(514)磨損，可輕易移開桿子(512)重塑或互換整個桿子(512)。藉著把螺絲釘(524)或(528)由桿子導管上移開並且讓桿子(512)由桿子導管(516)滑出，可將含有磨損尖端(514)的桿子(512)從桿子導管(516)移開。或者，可把整根桿子導管(516)由工具座(534)中移開。不論採用哪個方法，現有桿子(512)上的尖端(514)可經重塑再裝回桿子導管(516)，或可將具有新尖端(514)的新桿子(512)插入桿子導管(516)。本工具設計的另一優點，那就是必須更換桿子(512)之前可將

桿子(512)的尖端(514)再塑多次。如此大幅降低工具和材料支出。此外，如上所述，利用具有不同叉齒(554)高度的墊圈來調整尖端(514)在使用期間由工具座(534)突出的程度，並(或)能調整尖端(514)由其各自的桿子導管(516)中所伸出的距離，此工具組合(510)就能輕鬆運用於內壁厚度不同的各種細管。

以上所提只是用於舉例、說明以及描述本發明的實施例。對於這些實施例的改良和調整對熟悉本技藝人士來說應是顯然易見，也不會離開本發明的精神或是下述的申請專利範圍。

【圖式簡單說明】

第一 a 圖為本發明細管之具體實施例，部分形成內側表面之片段透視圖。

第一 b 圖為第一 a 圖所示之細管，依箭頭 a 所指方向之側邊立面圖。

第一 c 圖為與第一 b 圖相似的側邊立面圖，不過由細管之內側表面突出的突出構造並非與細管軸 s 垂直。

第一 d 圖為第一 a 圖所示之細管，以箭頭 b 所指方向之正視立面圖。

第一 e 圖為第一 a 圖所示之細管的俯視圖。

第二圖為本發明細管之具體實施例之內側表面的顯微照片。

第三圖為本發明細管之另一具體實施例之內側表面的顯微照片。

第四圖為一側邊立面圖，所顯示的是可依本發明製作細管之製造設備的某個具體實施例。

第五圖為第四圖該設備之透視圖。

第六 a 圖為本發明工具之具體實施例的透視圖。

第六 b 圖為第六 a 圖所示之工具的側邊立面圖。

第六 c 圖為第六 b 圖所示之工具的仰視圖。

第六 d 圖為第六 b 圖所示之工具的俯視圖。

第七 a 圖為本發明工具另一具體實施例的透視圖。

第七 b 圖為第七 a 圖所示之工具的側邊立面圖。

第七 c 圖為第七 b 圖所示之工具的仰視圖。

第七 d 圖為第七 b 圖所示之工具的俯視圖。

第八 a 圖為本發明細管之另一具體實施例，部分形成內側表面之片段透視圖，其中切過隆起緣的深度小於該隆起緣的高度。

第八 b 圖為本發明細管之另一具體實施例，部分形成內側表面之片段透視圖，其中切過該隆起緣的深度大於該隆起緣的高度。

第九 a 圖為依本發明之另一具體實施例，內側表面的片段俯視圖。

第九 b 圖為第九 a 圖所示之細管依箭頭 22 所指方向的立面圖。

第十 a 圖為本發明之細管內側表面的片段圖示，顯示該工具以 g 方向接近該隆起緣，用來切削自方向 g 隆起緣之突出構造。

第十 b 圖為本發明之細管另一內側表面的片段圖示，顯示該工具以 g 方向接近該隆起緣，用來切削自方向 g 隆起緣之突出構造。

第十一 a 圖為依本發明之細管內側表面的示意圖，顯示該隆起緣與凹槽間的角定位，其中該隆起緣與凹槽是反向的螺旋線。

第十一 b 圖為依本發明之細管內側表面的示意圖，顯示該隆起緣與凹

槽間的角定位，其中該隆起緣與凹槽為同向的螺旋線。

第十二圖為比較先前技藝之各種細管和本發明之細管的細管側向熱轉移係數的條狀圖。

第十三圖為比較先前技藝之各種細管和本發明之細管的總體熱轉移係數的條狀圖。

第十四圖為本發明熱轉移細管之另一具體實施例，在內徑上部分形成沸騰表面之片段透視圖。

第十五 A 圖為第十四圖所示之具體實施例，部分形成沸騰表面之片段透視圖。

第十五 B 圖為第十五 A 圖所示，部分形成沸騰表面之顯微照片。

第十五 C 圖為第十五 A 圖所示，部分形成沸騰表面之截面圖。

第十六 A 圖為依本發明另一具體實施例之熱轉移細管，其內徑上沸騰表面之片段透視圖。

第十六 B 圖為第十六 A 圖所示之細管的截面圖。

第十六 C 圖為第十六 A 圖之該沸騰表面俯視圖的顯微照片。

第十六 D 圖為第十六 A 圖之該沸騰表面截面的顯微照片。

第十七 A 圖為依本發明另一具體實施例之熱轉移細管，其內徑上沸騰表面之片段透視圖。

第十七 B 圖為第十七 A 圖所示之細管的截面圖。

第十八 A 圖為依本發明另一具體實施例之熱轉移細管，其內徑上沸騰表面之片段透視圖。

第十八 B 圖為第十八 A 圖之該沸騰表面截面的顯微照片。

第十八 C 圖為第十八 A 圖之該沸騰表面的截面圖。

第十九圖為凹槽工具的透視圖。

第二十 A 圖為依本發明之另一具體實施例之工具的透視圖。

第二十 B 圖為第二十 A 圖之工具所形成的沸騰表面之透視圖。

第二十 C 圖為第二十 B 圖沸騰表面之顯微相片。

第二十一圖為一具體實施之製造設備的透視圖，可利用來生產符合本發明的熱轉移細管。

第二十二圖為依本發明工具之另一具體實施例的透視圖。

第二十三 A 圖為符合本發明之熱轉移細管另一具體實施例內徑上沸騰表面的截面圖。

第二十三 B 圖為第二十三 A 圖之沸騰表面的顯微照片。

第二十四 A 圖之截面圖所顯示的沸騰表面，是用符合本發明工具之具體實施例所形成。

第二十四 B 圖之截面圖所顯示的沸騰表面，是用符合本發明工具之另一具體實施例所形成。

第二十四 C 圖為符合本發明某具體實施例之刀尖的透視圖，用來形成第二十四 A 及二十四 B 之沸騰表面。

第二十四 D 圖為第二十四 C 圖所示刀尖的另一透視圖。

第二十五圖為本發明工具又一具體實施例一之退縮尖端的透視圖。

第二十六圖為第二十五圖之具體實施例將尖端暴露出的透視圖。

第二十七圖為第二十五圖和第二十六圖所示之實施例中桿子的透視圖。

第二十八圖為第二十五圖和第二十六圖之具體實施例之桿子導管的透視圖。

第二十九圖為第二十八圖桿子導管的另一透視圖。

第三十圖為第二十七圖位在第二十八圖和第二十九圖之桿子導管的透視圖。

第三十一圖為第二十七圖的桿子用螺絲固定且置於第二十八圖和第二十九圖之桿子導管內的透視圖。

第三十二圖的透視圖顯示的是第二十五圖和第二十六圖之具體實施例的工具座。

第三十三圖為第三十二圖工具座之另一透視圖。

第三十四圖的透視圖是第三十圖和第三十一圖之桿子/桿子導管組合，置於第三十二圖和第三十三圖的工具座中。

【主要元件符號說明】

1	Ridge	隆起緣
2	protrusion	突出構造
3	Tube wall	細管壁
4	Ridge layer	隆起緣層
6	Fin	鰭狀物
7	Finning disks	鰭狀圓盤

9	Mandrel	心軸
10	arbor	心軸
11	Mandrel shft	心軸柄
13	Tool	工具
14	Cutting edge	刀刃
15	Lifting edge	舉升緣
16	aperture	開孔
17	Key groove	接槽
18	Inner surface	內側表面
20	Groove	凹槽
21	tube	細管
22	Additional path	額外路徑
24	bolt	螺釘
25	Side surface	邊側表面
26	Tilted surface	傾斜表面
28	Pointed tip	尖銳的尖端
30	Base wall	基座壁
32	Base wall	基座壁
34	Side wall	側壁
40	Base	底座
42	Ridge base	隆起緣基座

100	Tube	細管
102	Tube wall	細管壁
104	Inner surface	內側表面
106	Outer surface	外部表面
108	Primary Groove	主要凹槽
110	protrusion	突出構造
112	Second groove	第二凹槽
114	Boiling cavity	沸騰空腔
116	Opening	開口
120	Protrusion	突出構造
124	Tip	尖端
130	Shaft	柄
132	Bolt	螺釘
200	Grooving tool	起槽刀具
202	aperture	開孔
300	Tool	工具
302	Tip	尖端
316	Flattening tip	扁平化尖端
318	Tip	尖端
320	Tip	尖端
320	Tip	尖端

325	Modified tool	改良工具
350	Modified tool	改良工具
360	Cuting edge	刀刃
370	Cuting edge	刀刃
400	Flattening tool	扁平化工具
402	Aperture	開孔
510	Tool assembly	工具組合
512	Rod	桿
514	Tip	尖端
516	Rod guide	桿子導管
518	Head end	前端
520	Tail end	後端
522	Shaft	井狀通道
524	Screw	螺絲釘
528	Second screw	第二螺絲釘
530	Screw hole	螺釘孔
532	Centering plane	定心平面
534	Tool holder	工具座
536	Head portion	頭部
538	Bottom wall	底面
540	Bottom wall	底面

542	Outer wall	外壁
544	Rod portion	桿部
546	Hollow shaft	空心井狀通道
550	Mandrel	心軸
552	Base	底座
554	Prong	叉齒
556	Threaded hole	螺紋孔
558	Rod	桿子
560	Sizing spacer	整形隔片
562	Spring	彈簧
564	Nut	螺帽
566	thread	螺紋

五、中文發明摘要：

用於製造增強熱轉移表面之工具

本發明係一種可以強化導熱細管表面的改良工具組合。這工具組合包括具有切削尖端的多個桿子，而且這些桿子置於桿子導管中，桿子導管則置於一工具座上使具備的井狀通道內。若有一力施於此桿子導管，桿子導管可沿著工具座內井狀通道的第一方向移動。若此力由此桿子導管移開，桿子導管可沿著工具座內的井狀通道往第一方向的相反方向移動，以便把切削尖端縮回工具座內。如此一來，上述切削尖端沒有使用時可受保護。

六、英文發明摘要：

TOOL FOR MAKING ENHANCED HEAT TRANSFER SURFACES

An improved tool assembly for enhancing the surface of a heat transfer tube is provided. The tool assembly includes rods having cutting tips and positioned in the rod guides which are slidably positioned in a tool holder. In an equilibrium state, the cutting tips do not extend from the tool holder. When a force is applied to the rod guides, of the cutting tips which enhance the tube surface. When the force is removed from the rod retract the cutting tips within the tool holder. In this way, the cutting tips are protected when not in use.

十、申請專利範圍：

1. 一種切削金屬的工具組合，其包含：
 - a. 一個工具座，包括一縱軸、一外部頂面、一外部底面、一外部外壁和至少一個大致為空的井狀通道，其中至少一個井狀通道貫穿此工具座而包含第一開口以及第二開口；
 - b. 至少一個桿子組合，其包含：
 - (i) 一桿子導管，具有前端和後端；
 - (ii) 一桿子，具有形塑成尖端幾何體形的尖端，置於桿子導管中，其中上述尖端由桿子導管的頭部伸出，
其中至少一個桿子組合是置於至少一個工具座的井狀通道內，而且其中桿子導管的前端能夠由至少一個井狀通道的第一開口伸出，而且其中桿子導管的後端能夠由至少一個井狀通道的第二開口伸出；
 - c. 一個墊圈，實際上緊鄰工具座外部底面配置，而且可施壓力予桿子導管的後端，以便若一外力施加到墊圈上就可使得至少一個桿子組合沿著至少一個井狀通道移動一段距離，上述尖端伸出工具座的外壁；
 - d. 一整形隔片，實際上是緊鄰工具座外部頂面配置，可施加壓力予桿子導管的前端，使得至少一個桿子組合沿著至少一個井狀通道的至少一部分滑動，把尖端縮回到工具座外壁之內；以及
 - e. 一偏向元件，實際緊鄰上述整形隔片配置。
2. 如申請專利範圍第 1 項之工具組合，其中至少一井狀通道以 0° - 90°

(包含邊界值)相對於上述工具座之縱向延伸。

3. 如申請專利範圍第 1 項之工具組合，其中桿子在桿子導管內的位置是可以調整的。
4. 如申請專利範圍第 1 項之工具組合，其中桿子可自桿子導管移開。
5. 如申請專利範圍第 4 項之工具組合，其中桿子的尖端可再經塑形然後重新置入桿子導管中。
6. 如申請專利範圍第 1 項之工具組合，其中此尖端適於在細管之內側表面藉切削和舉升金屬形成突出構造。
7. 如申請專利範圍第 6 項之工具組合，其中該尖端的幾何體形至少由一刀刃組成。
8. 如申請專利範圍第 7 項之工具組合，其中該尖端幾何體形至少由二種刀刃組成。
9. 如申請專利範圍第 6 項之工具組合，其中該尖端的幾何體形至少由一種舉升緣組成。
10. 如申請專利範圍第 1 項之工具組合，其中至少一桿子組合由數個桿子組合組成。
11. 如申請專利範圍第 10 項之工具組合，其中多個桿子組合內至少有兩個桿子尖端的尖端幾何體形不同。
12. 如申請專利範圍第 1 項之工具組合，其中至少一桿子組合可從工具座移開。
13. 如申請專利範圍第 1 項之工具組合，其中所稱之墊圈包含一底座以及

其中桿子導管的後端能夠由至少一個井狀通道的第二開口伸出；

(iii) 一個墊圈，實際上緊鄰工具座外部底面配置，而且可施壓力予桿子導管的後端，以便若一外力施加到墊圈上就可使得至少一個桿子組合沿著至少一個井狀通道移動一段距離，上述尖端伸出工具座的外壁；

(iv) 一整形隔片，實際上是緊鄰工具座外部頂面配置，可施加壓力予桿子導管的前端，使得至少一個桿子組合沿著至少一個井狀通道的至少一部分滑動，把尖端縮回到工具座外壁之內；以及

(v) 一偏向元件，實際緊鄰上述整形隔片配置；

b. 把上述工具組合對準該細管；

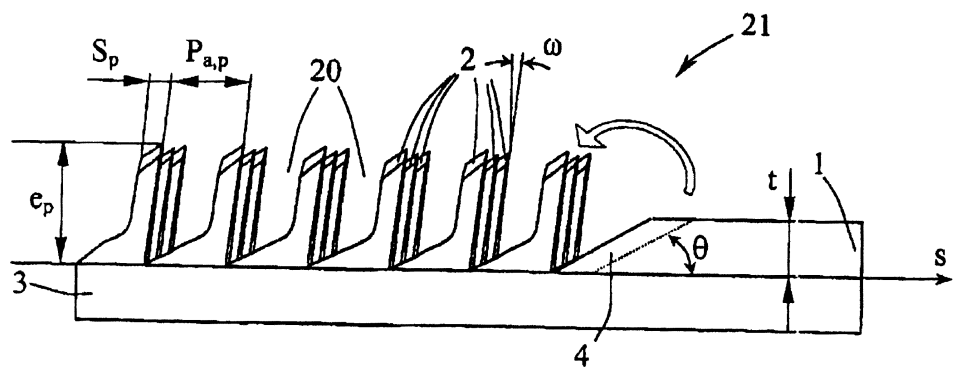
c. 促使上述細管與工具組合之間相對轉動並且相對軸向移動；以及

d. 運用上述尖端在該細管的內側表面上形成突出構造。

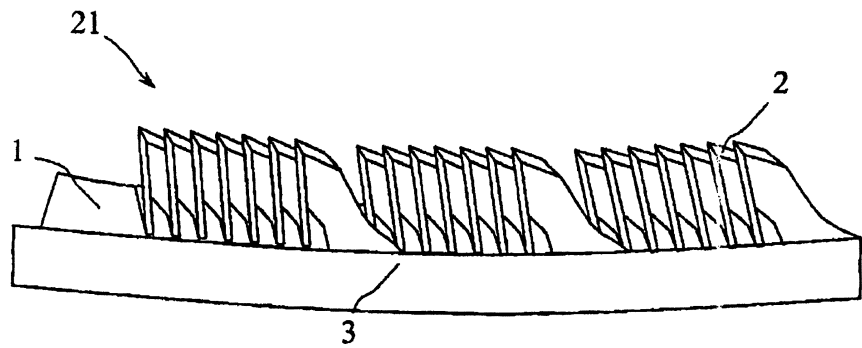
20.如申請專利範圍第 19 項之方法，進一步包含在墊圈上施加力量，其中該力量造成此墊圈會對桿子導管之後端施加壓力，造成至少一桿子組合沿至少一井狀通道移動一段距離，且延伸該尖端伸出此工具座的外壁。

21.如申請專利範圍第 19 項之方法，進一步包含將此突出構造扁平化、彎曲此突出構造，或使得鄰近的突出構造彼此相對傾斜，以便形成核化沸騰空腔。

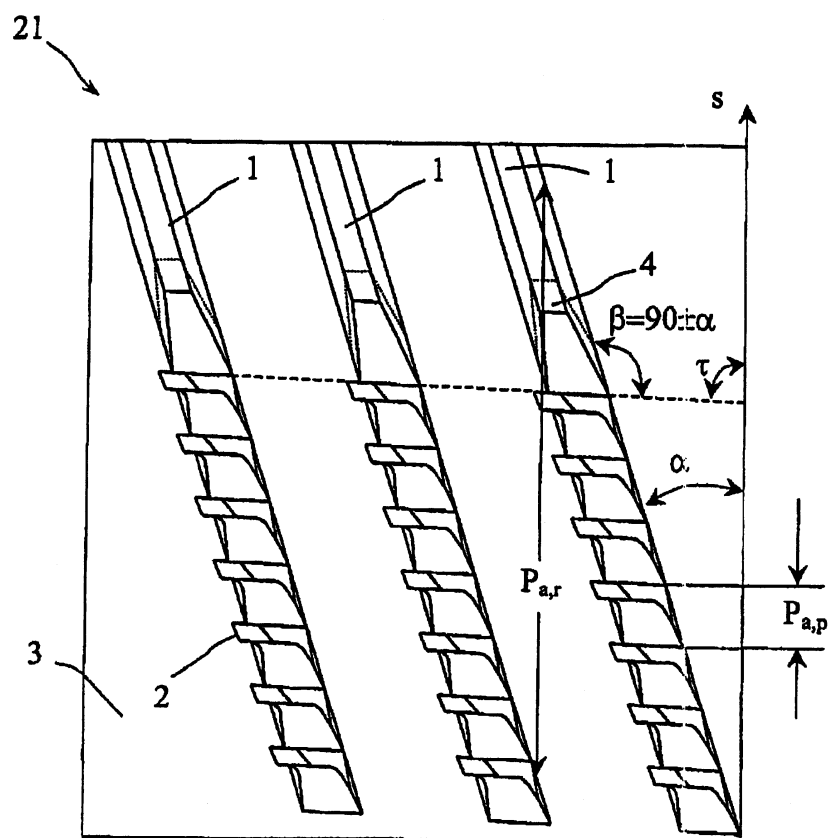
- 22.如申請專利範圍第 19 項之方法，進一步包含自工具座處移開該桿子，
重塑該尖端，後後將此桿子再度置入工具座內。



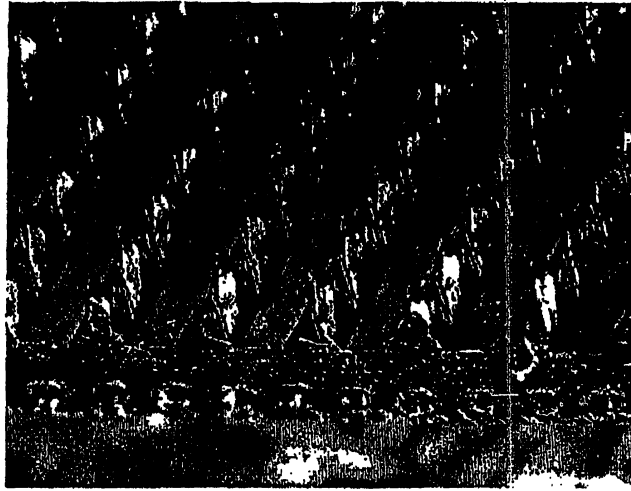
第一c圖



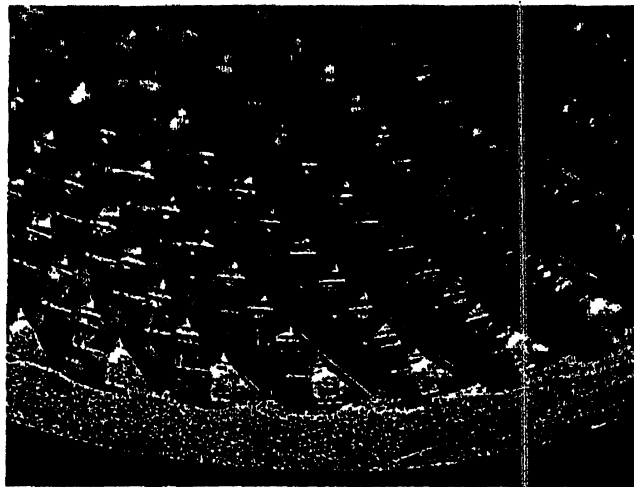
第一d圖



第一e圖

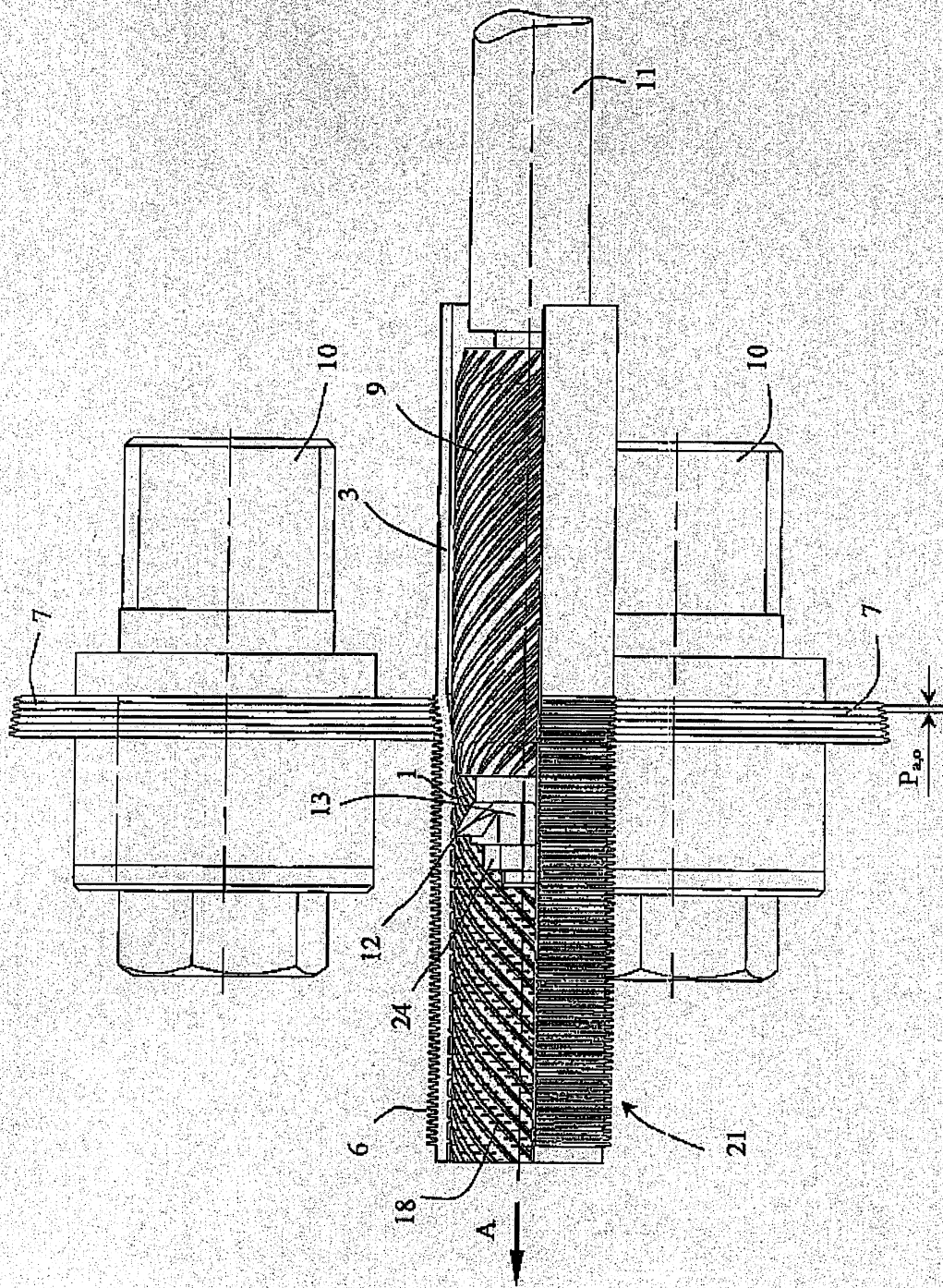


第 二 圖

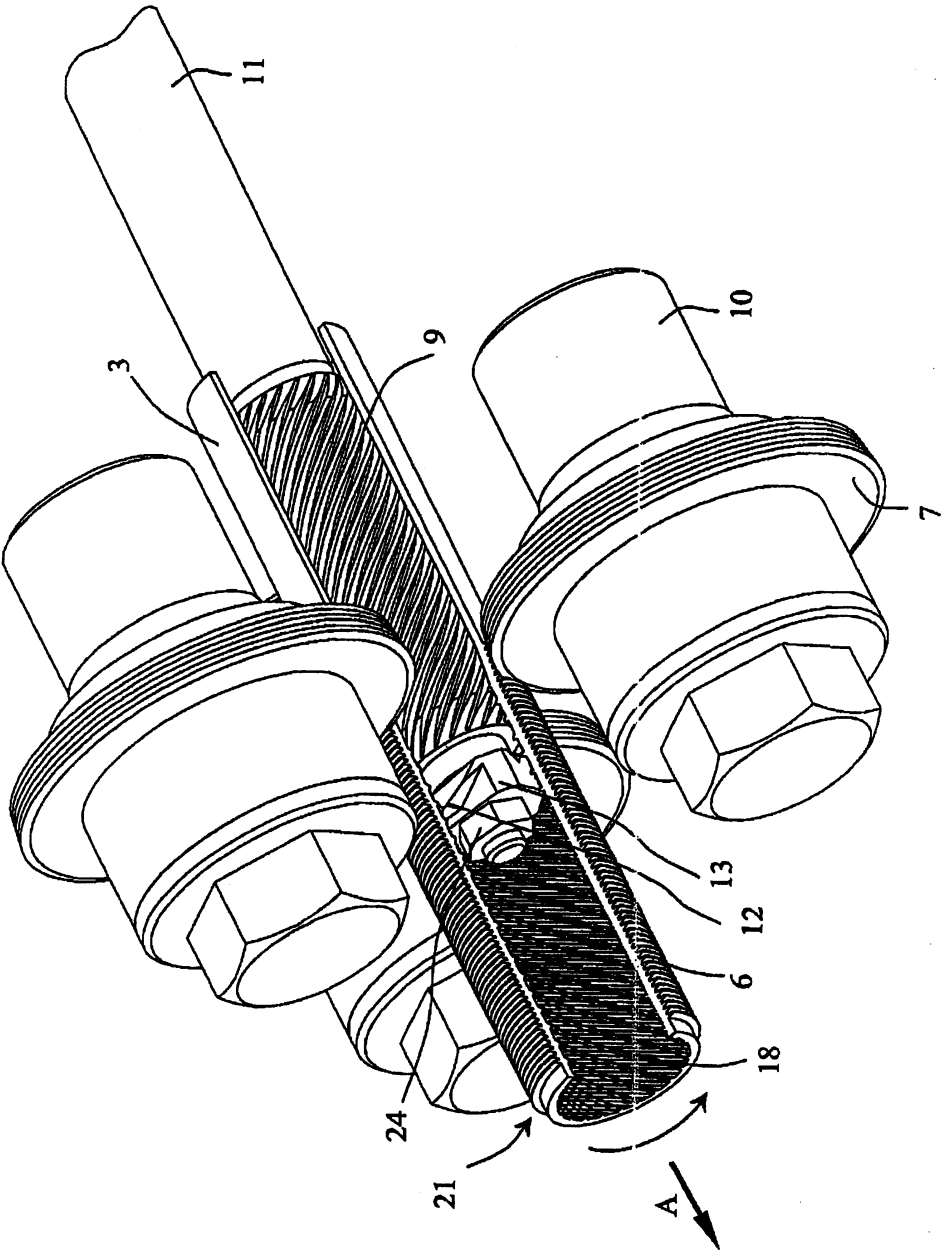


第 三 圖

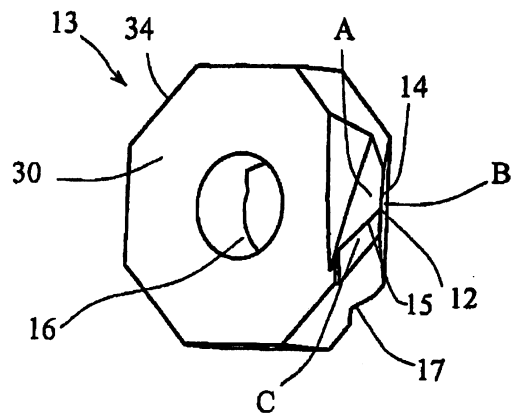
第四圖



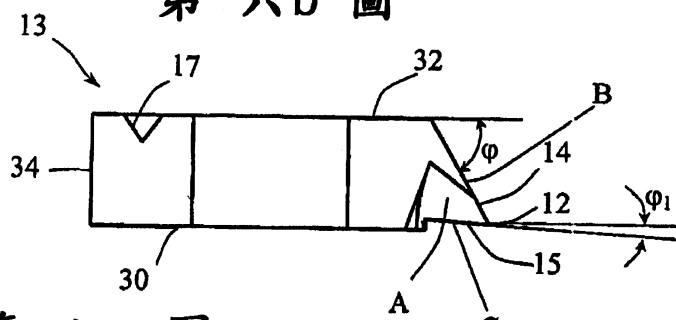
第五圖



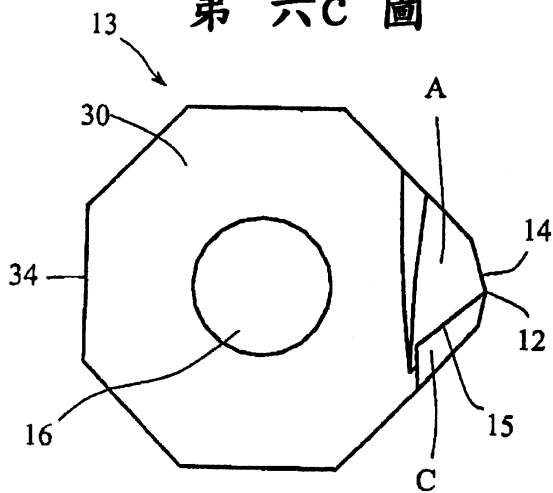
第 六a 圖



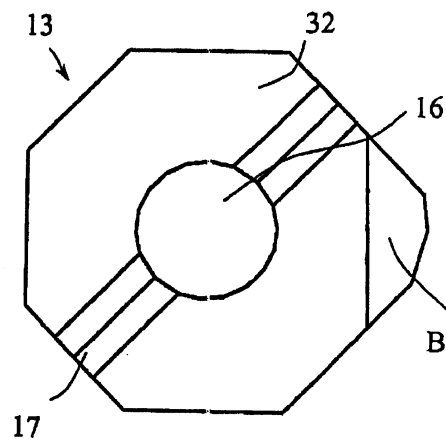
第 六b 圖



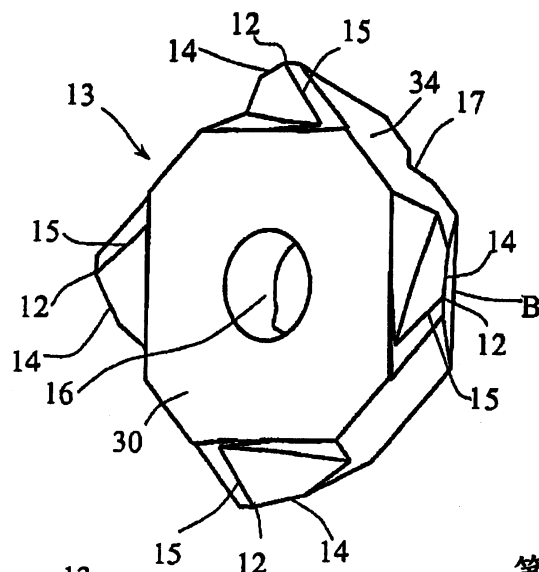
第 六c 圖



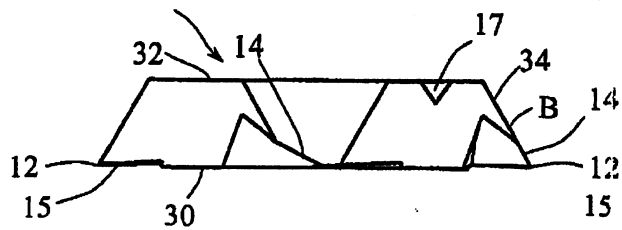
第 六d 圖



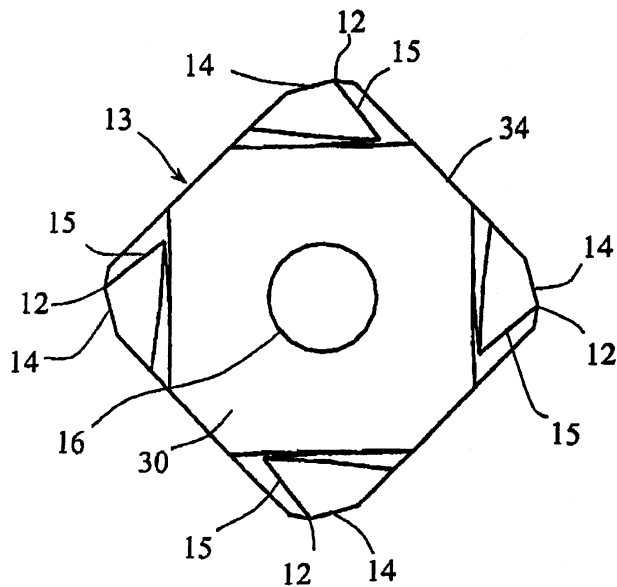
第七a圖



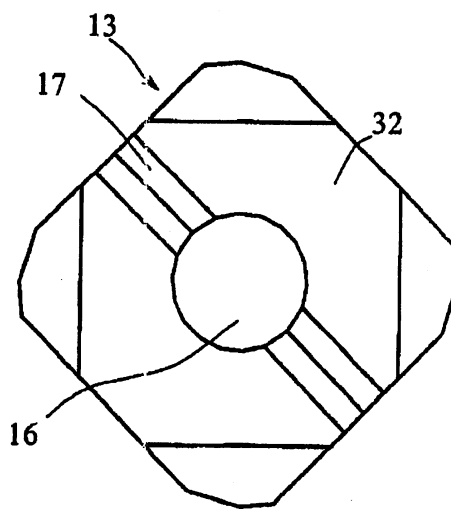
第七b圖



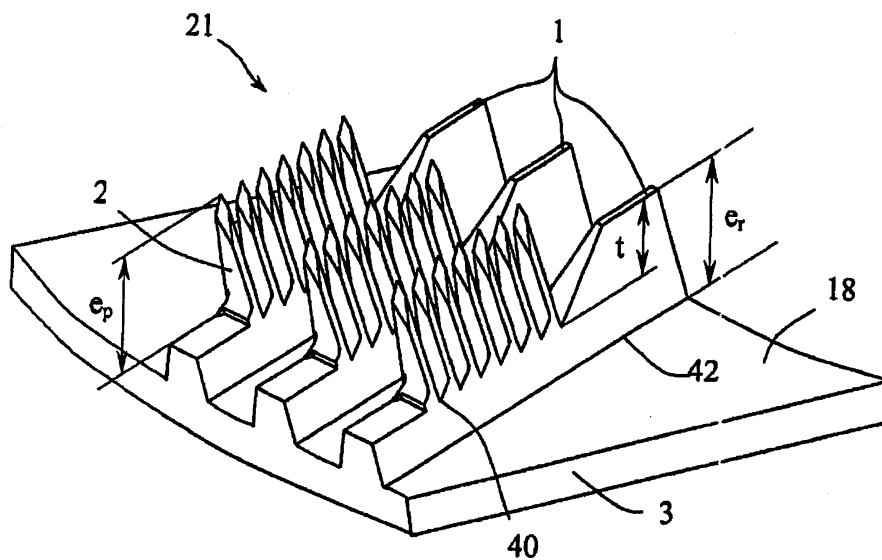
第七c圖



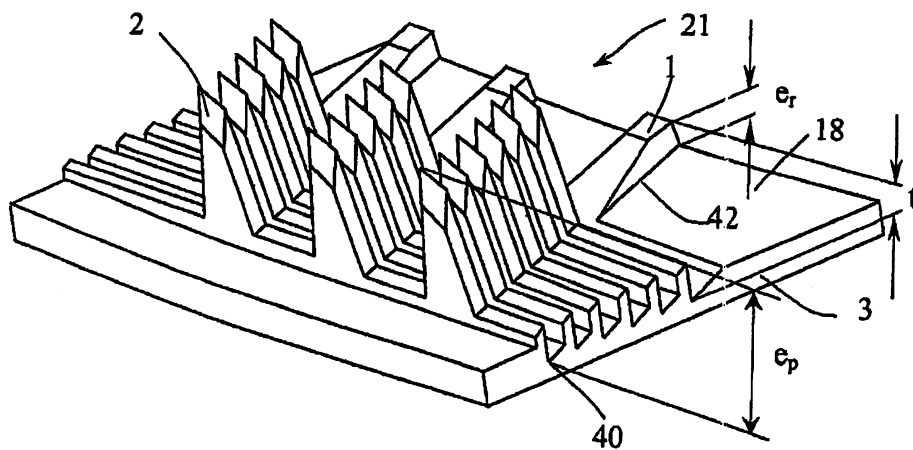
第七d圖



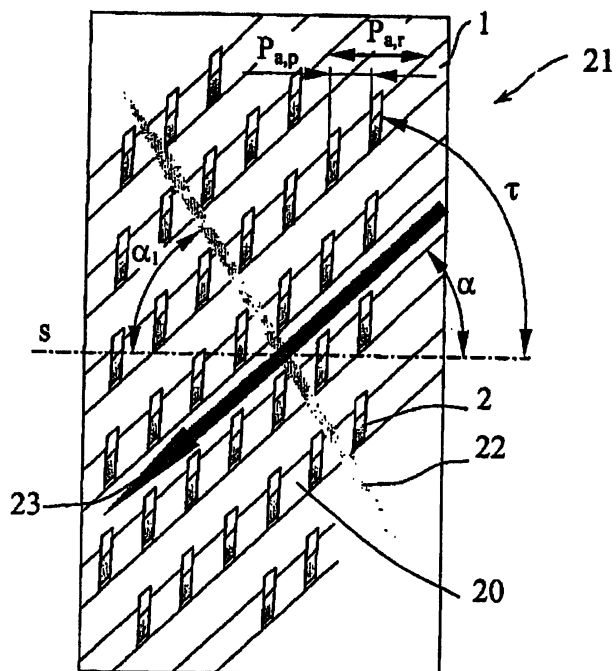
第 八a 圖



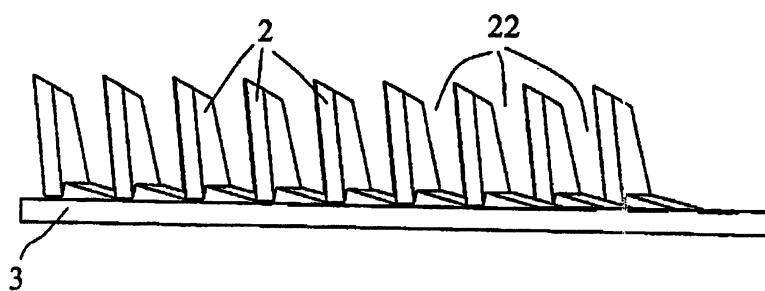
第 八b 圖



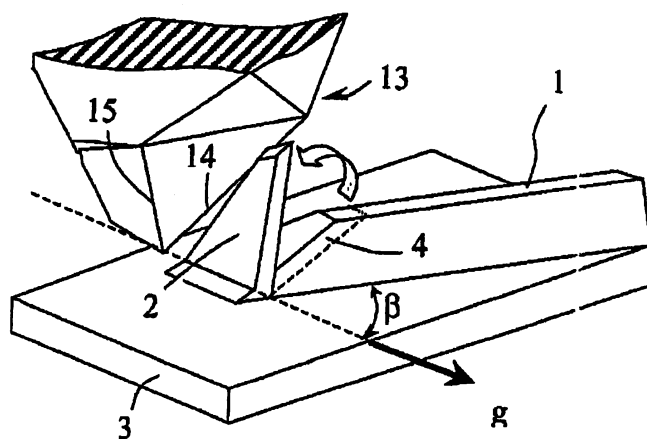
第 九a 圖



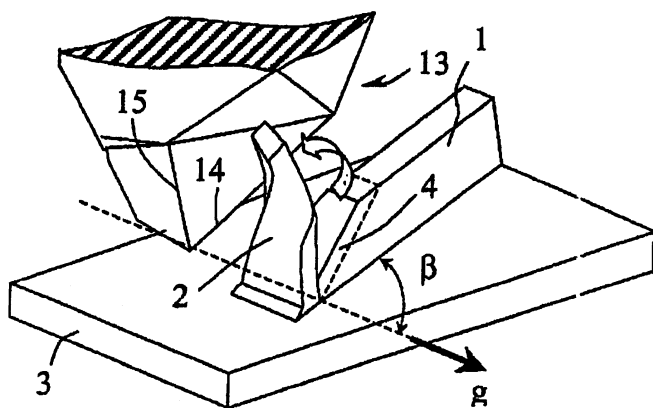
第 九b 圖



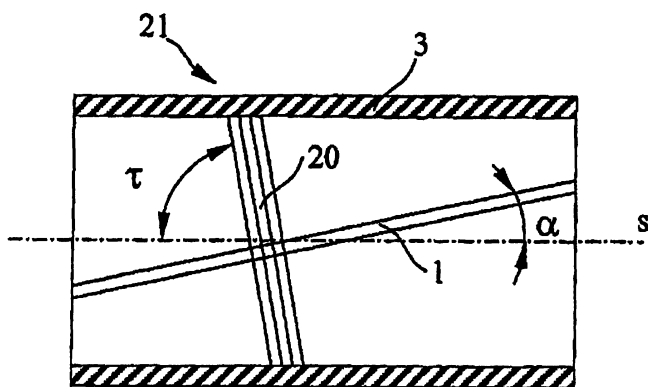
第十a圖



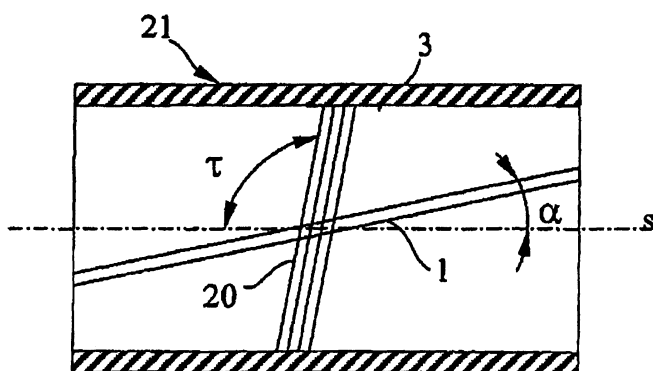
第十b圖

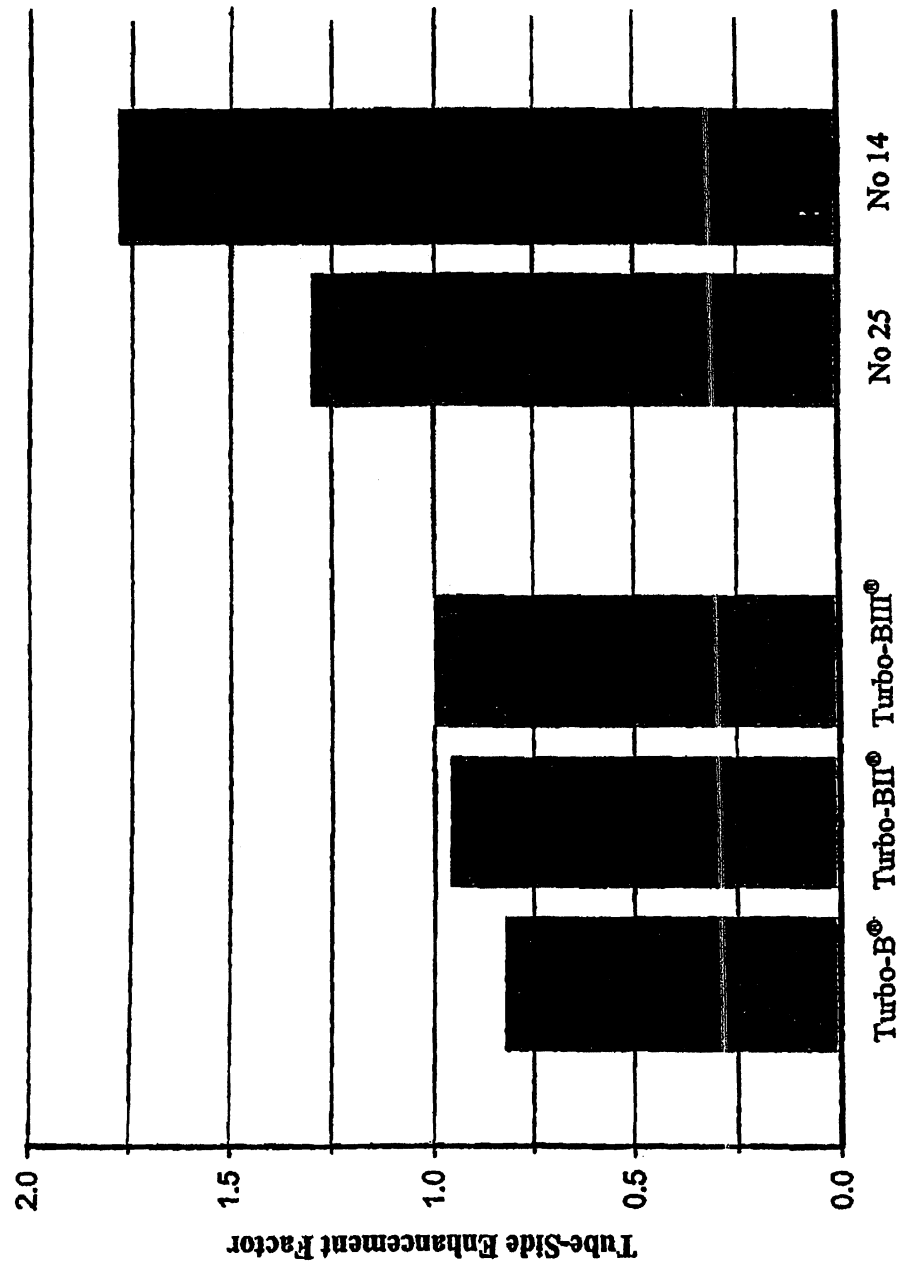


第十一a圖

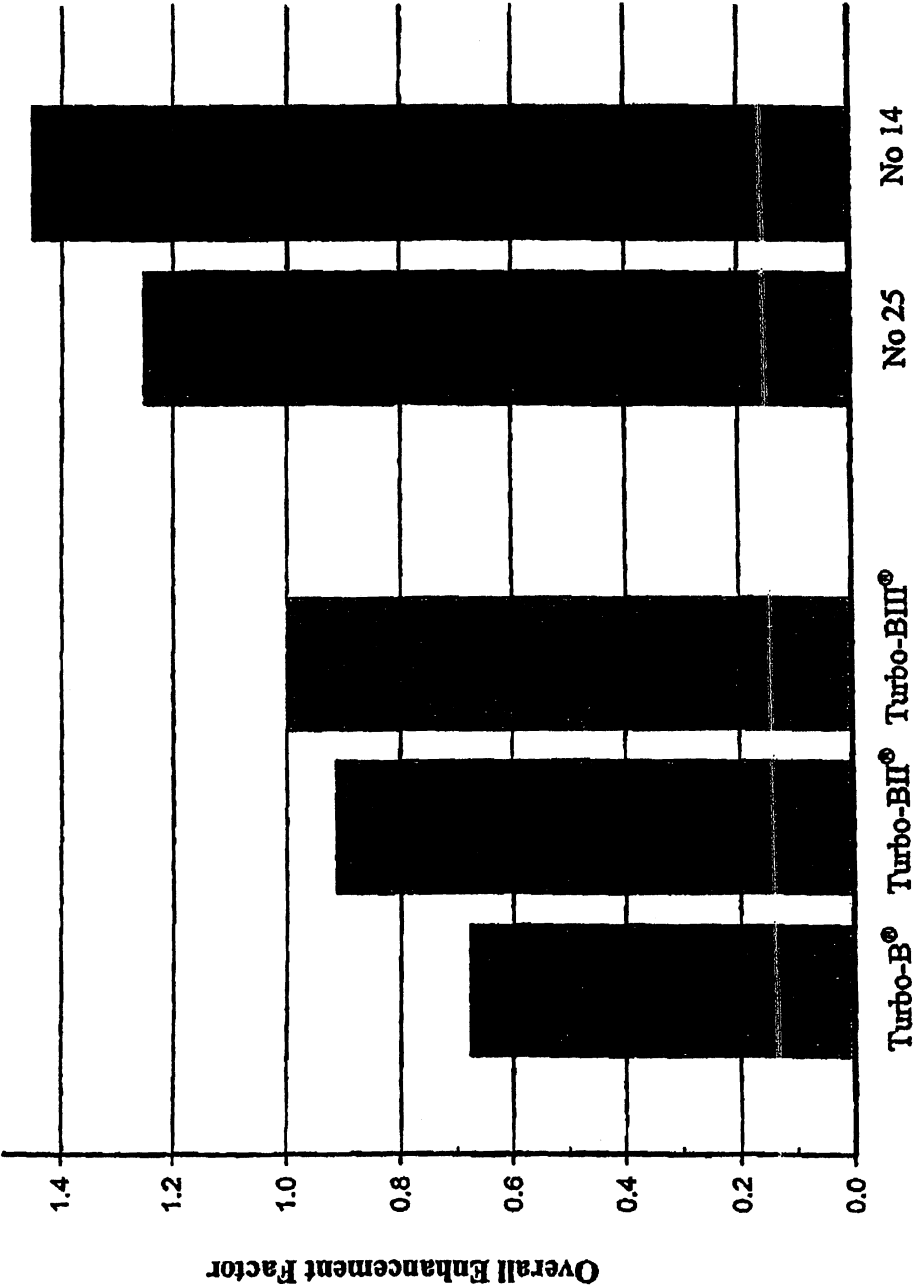


第十一b圖

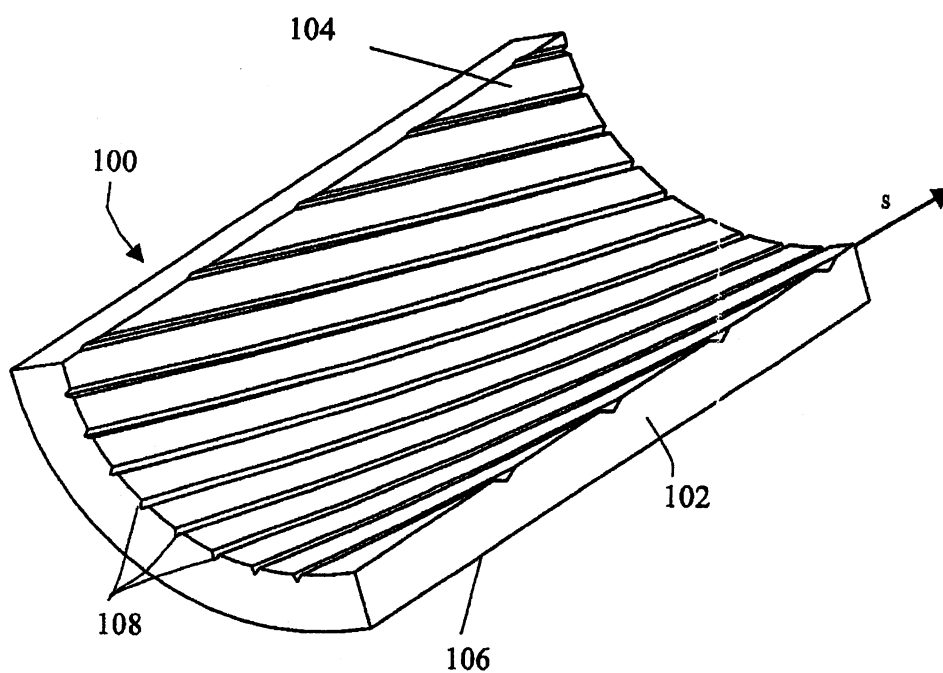




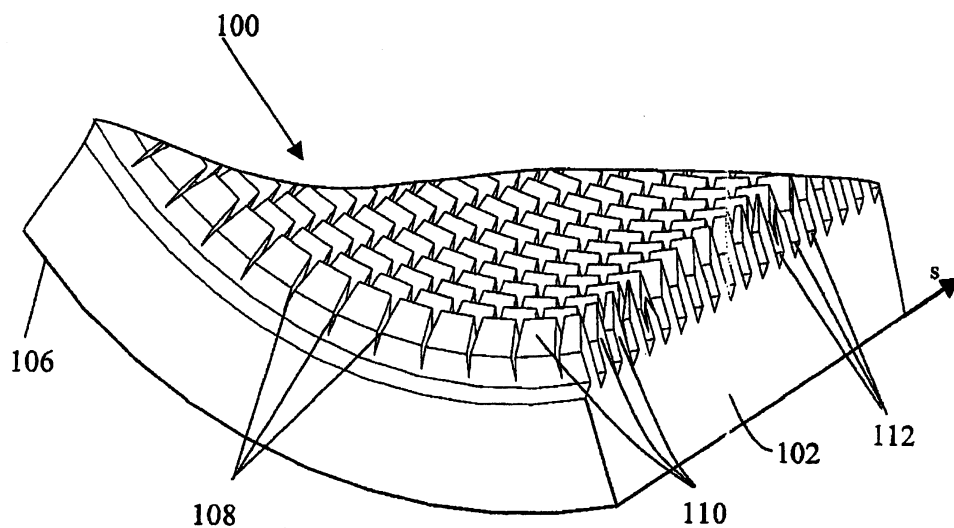
Product
第 十 二 圖



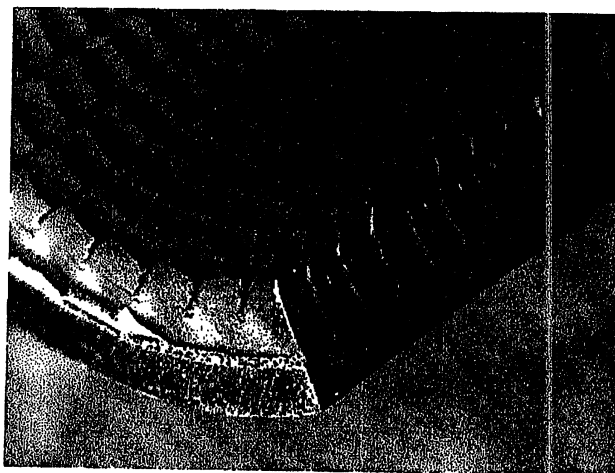
Product
第十三圖



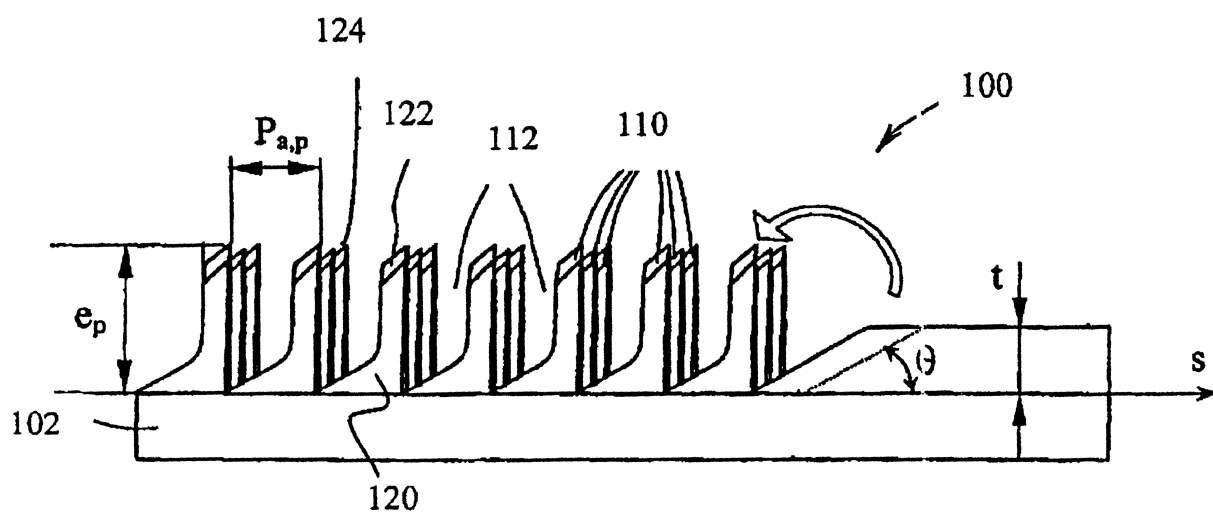
第 十 四 圖



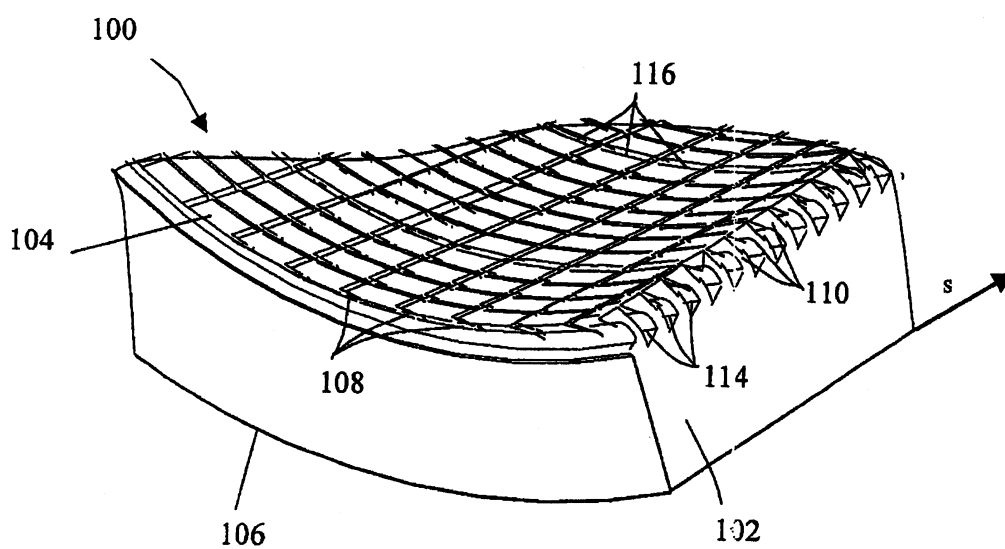
第 十 五 A 圖



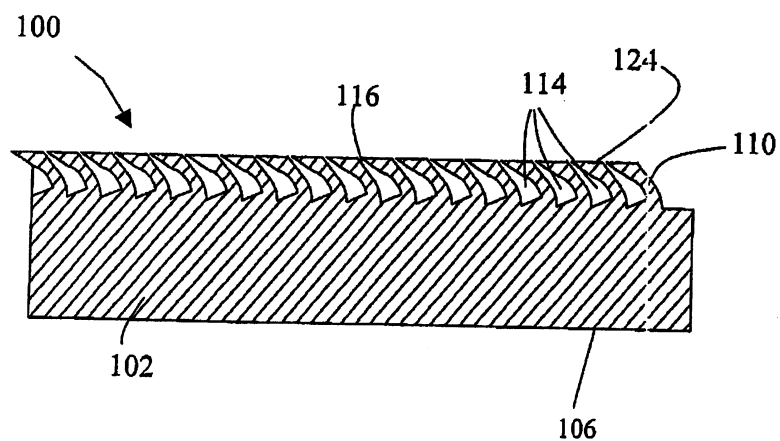
第 十 五 B 圖



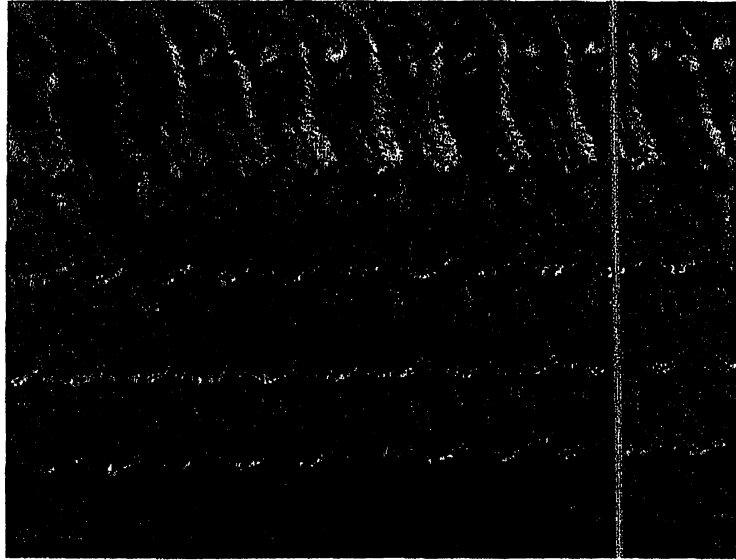
第十五C圖



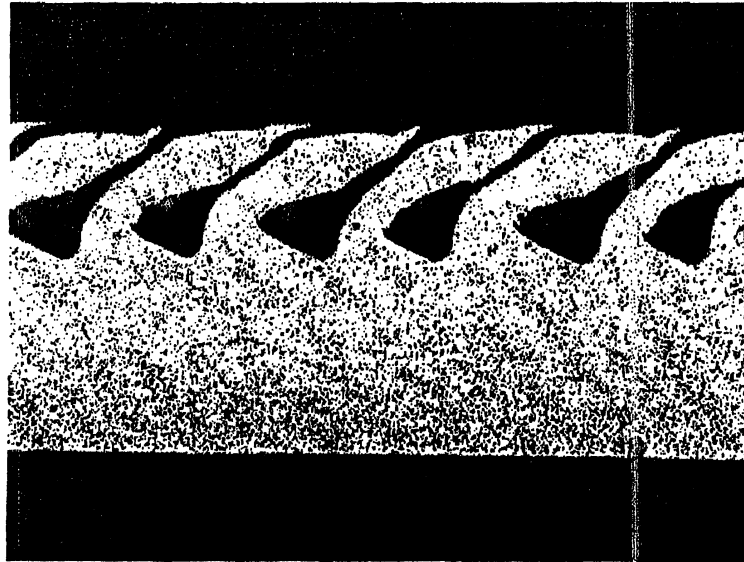
第 十六A 圖



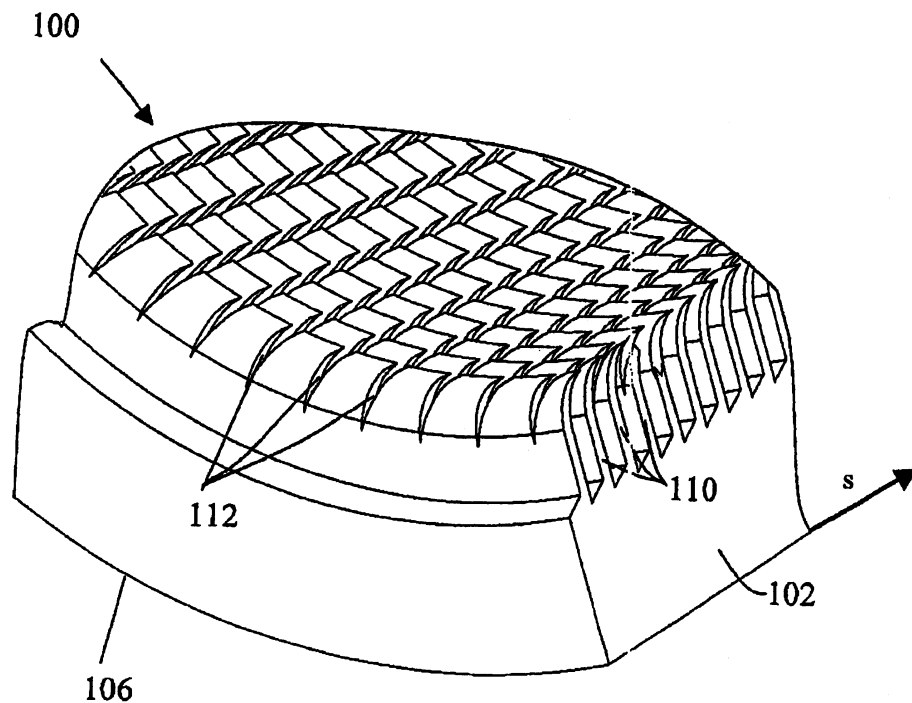
第 十六B 圖



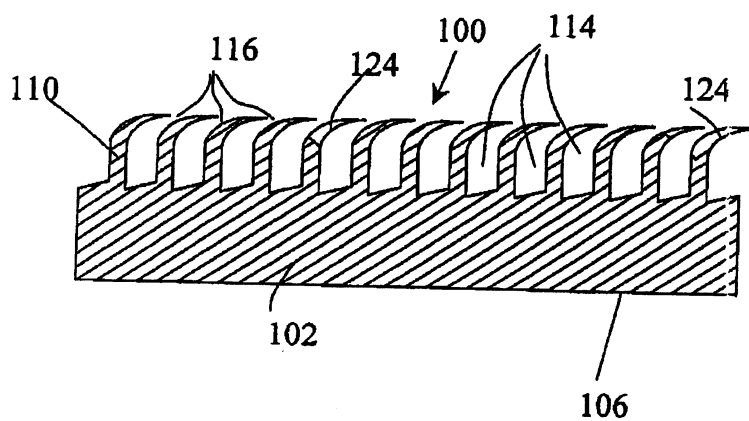
第 十六C 圖



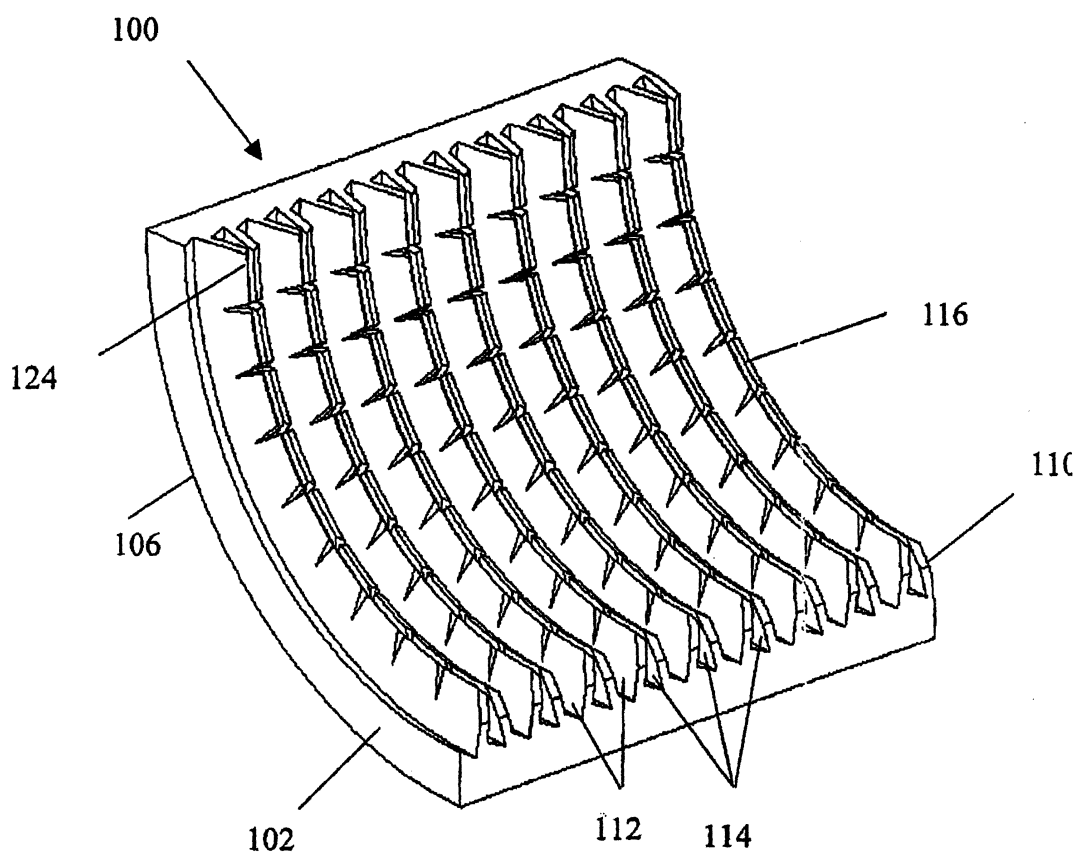
第 十六D 圖



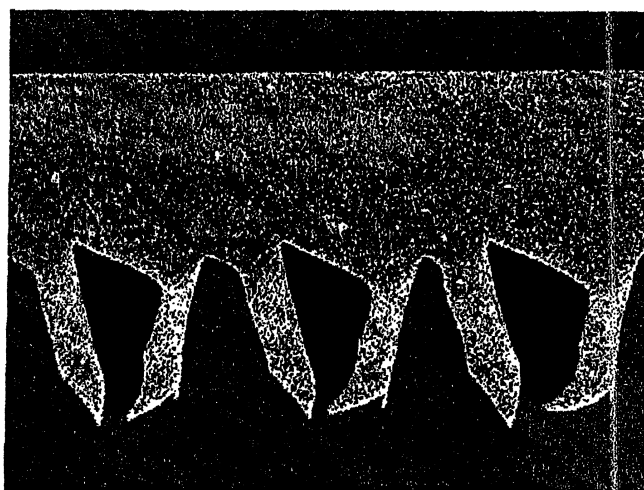
第 十七A 圖



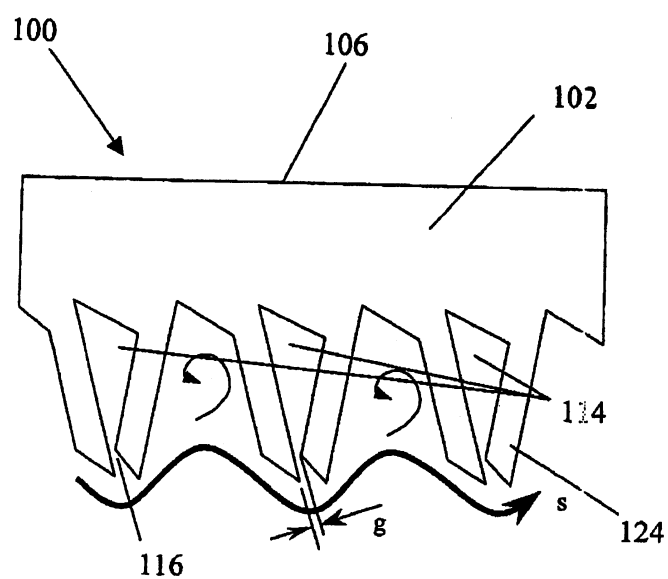
第 十七B 圖



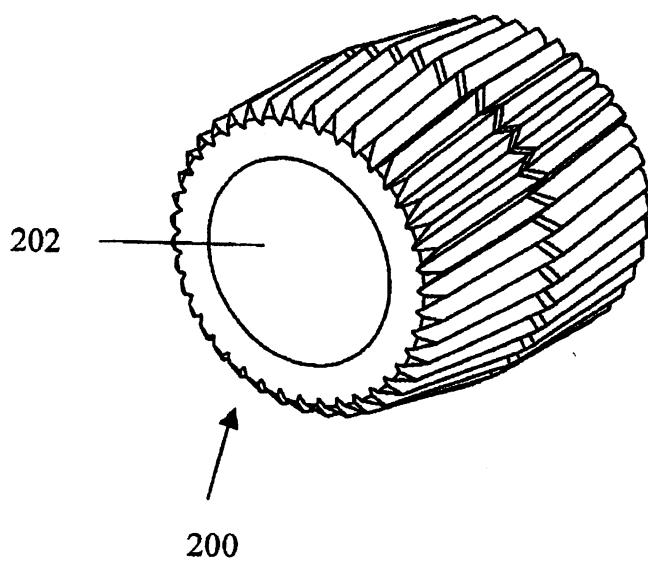
第 十 八 A 圖



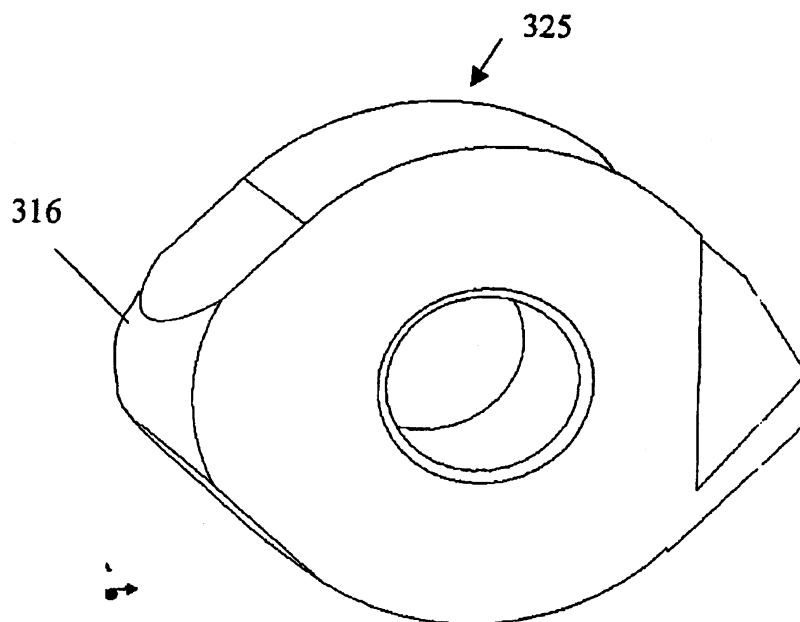
第 十 八 B 圖



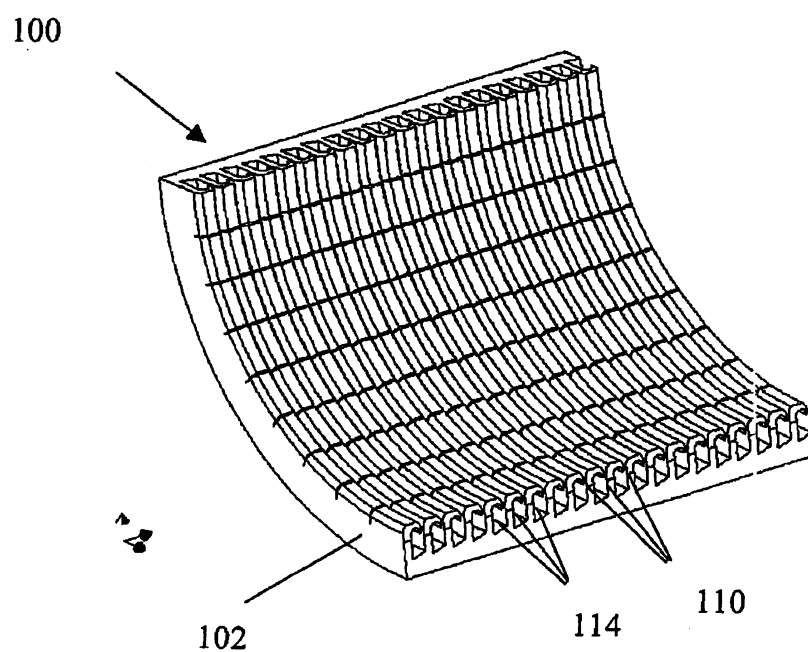
第 十 八 C 圖



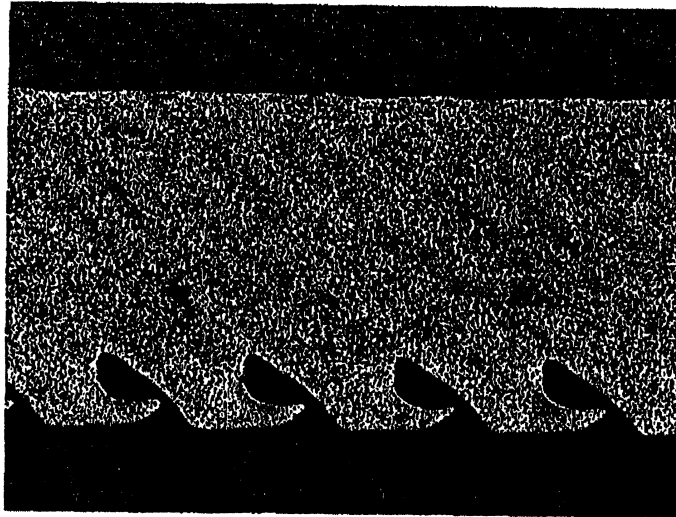
第 十 九 圖



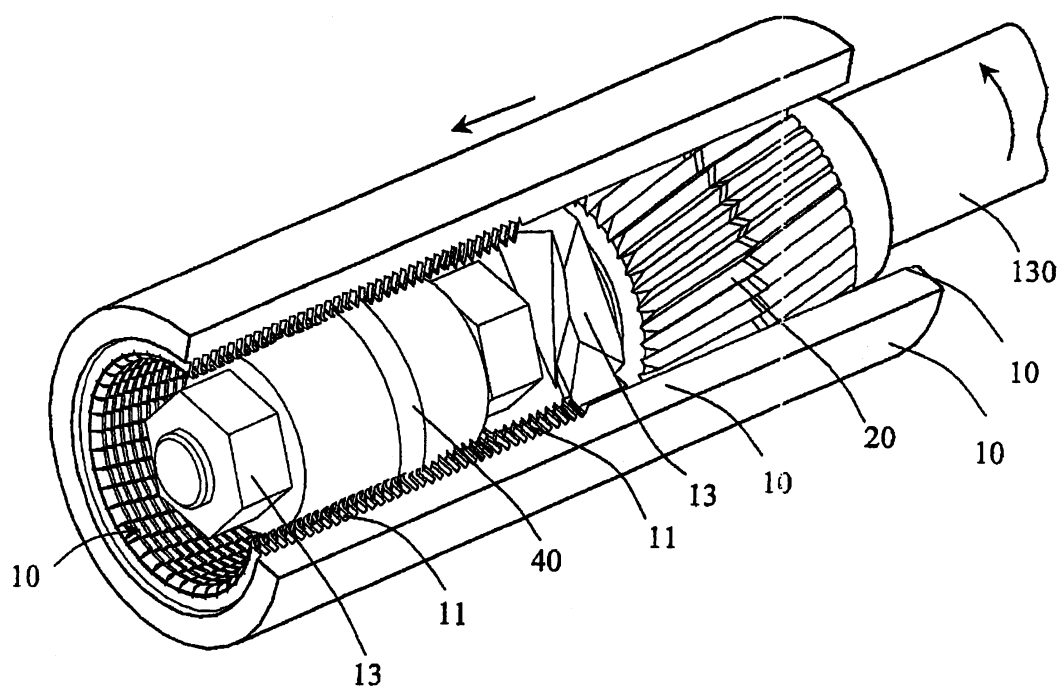
第二十A圖



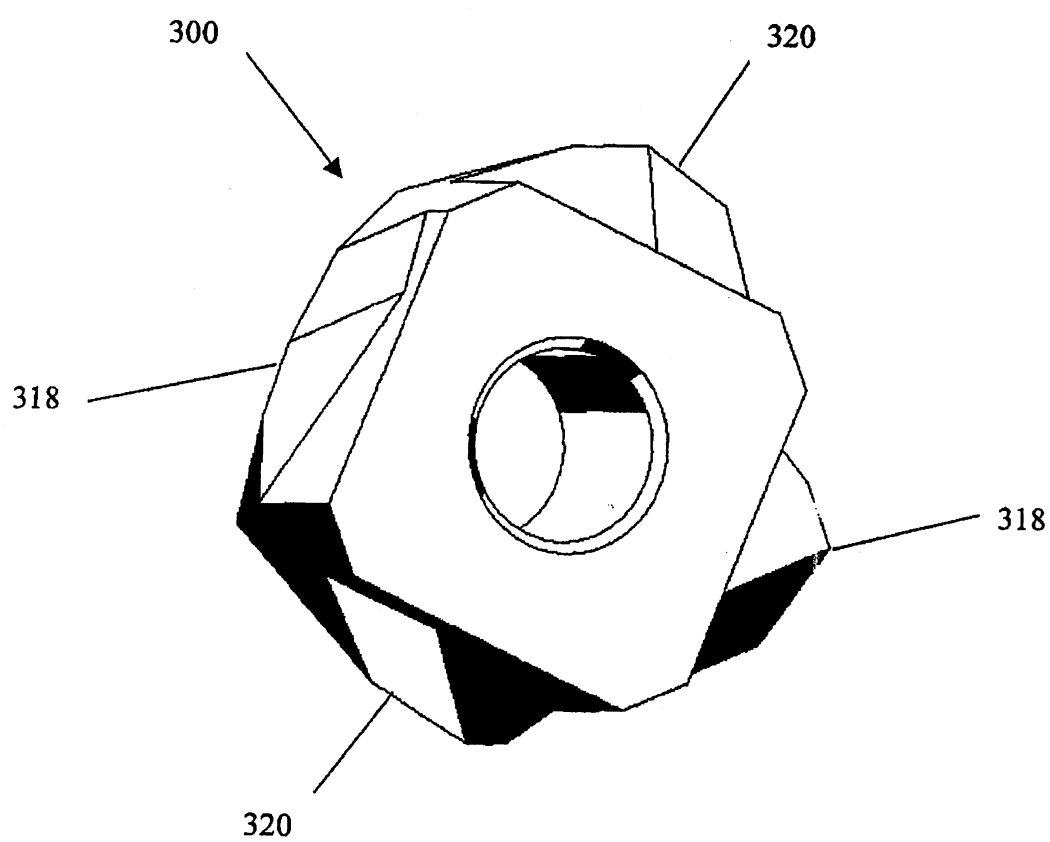
第二十B圖



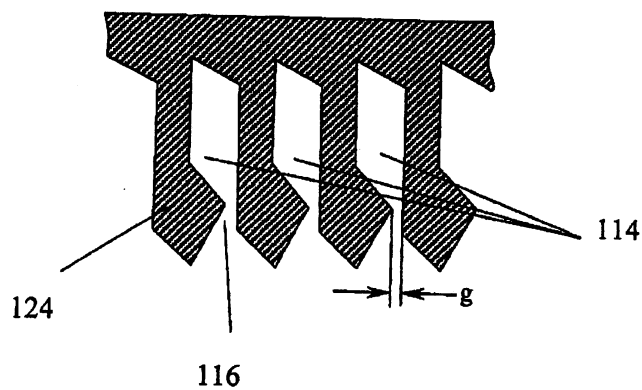
第二十C圖



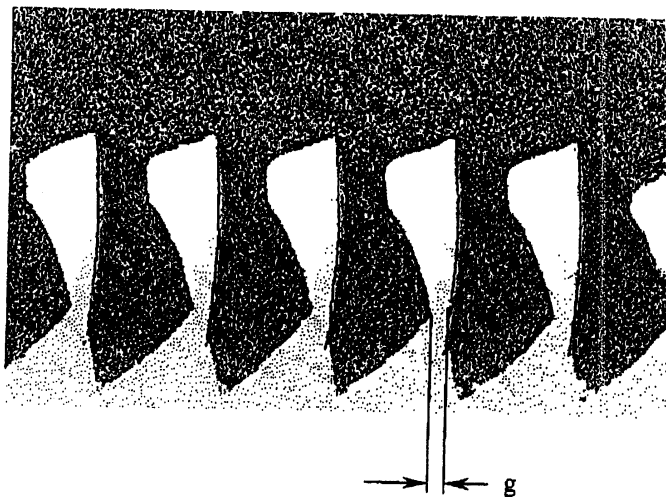
第 二 十 一 圖



第 二 十 二 圖

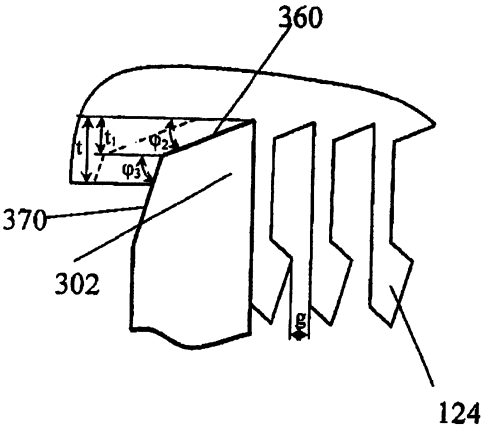


第 二十三A 圖

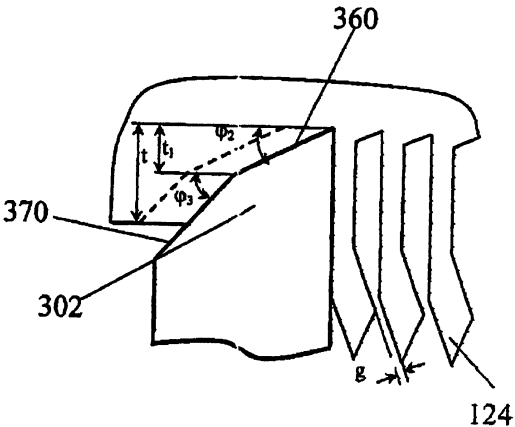


第 二十三B 圖

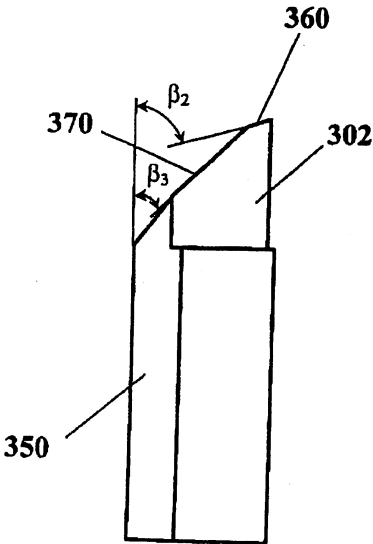
KS



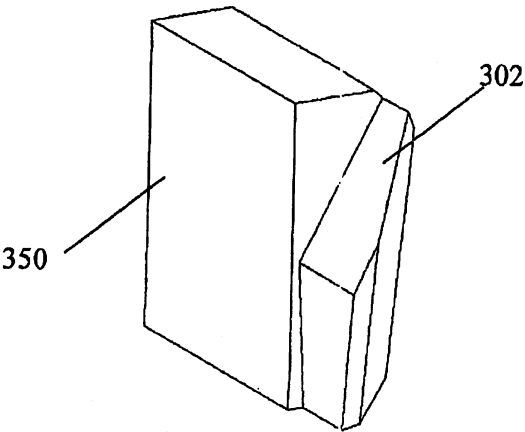
第 二十四A 圖



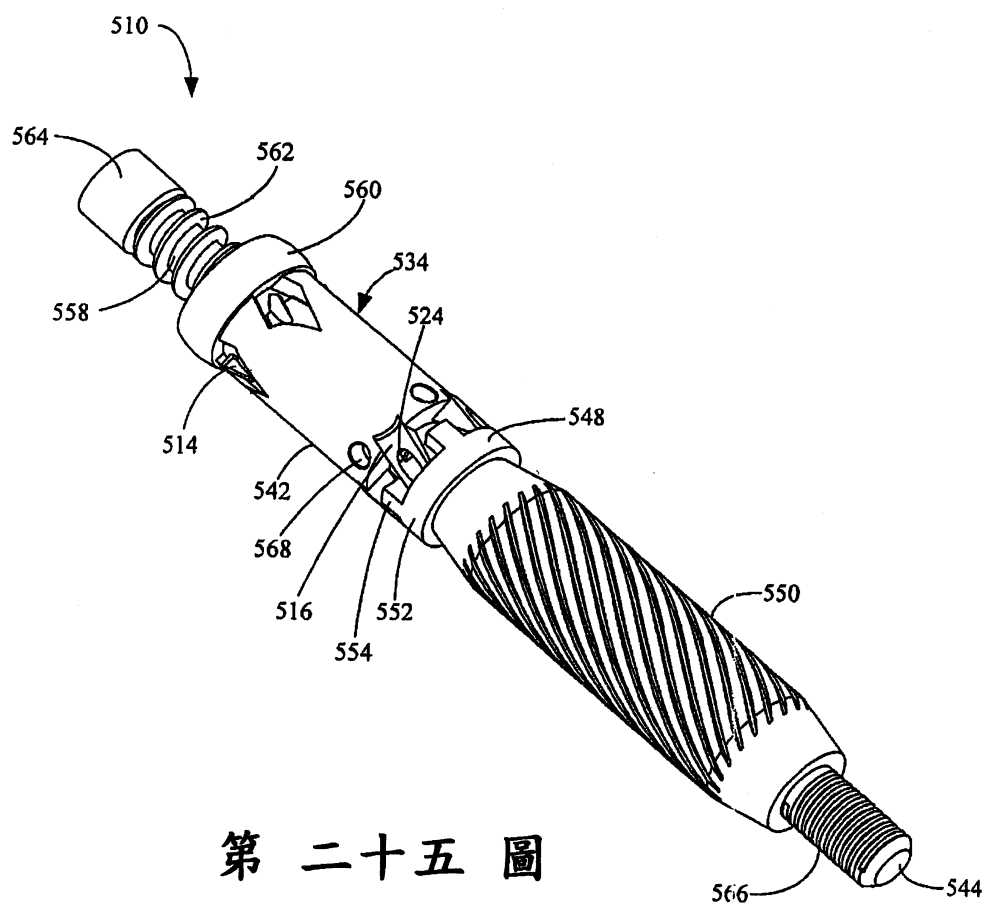
第 二十四B 圖



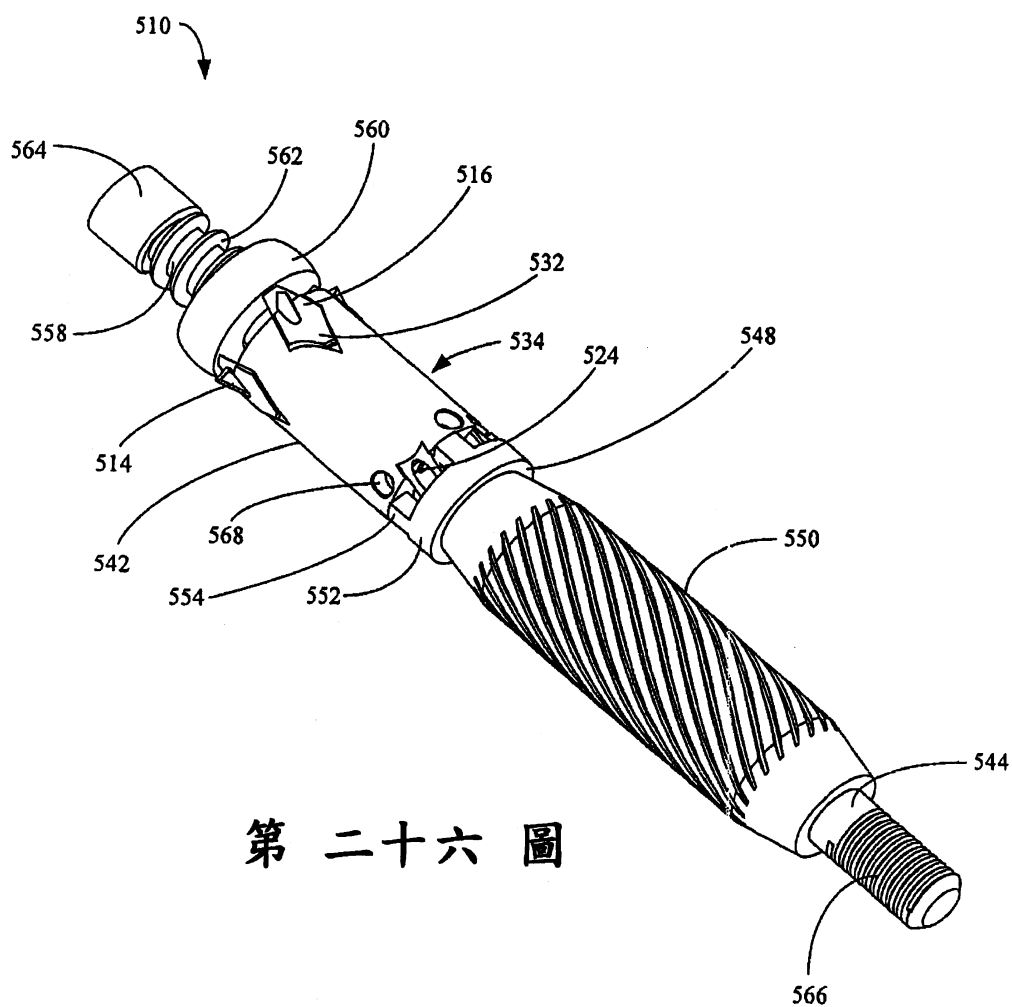
第 二十四C 圖



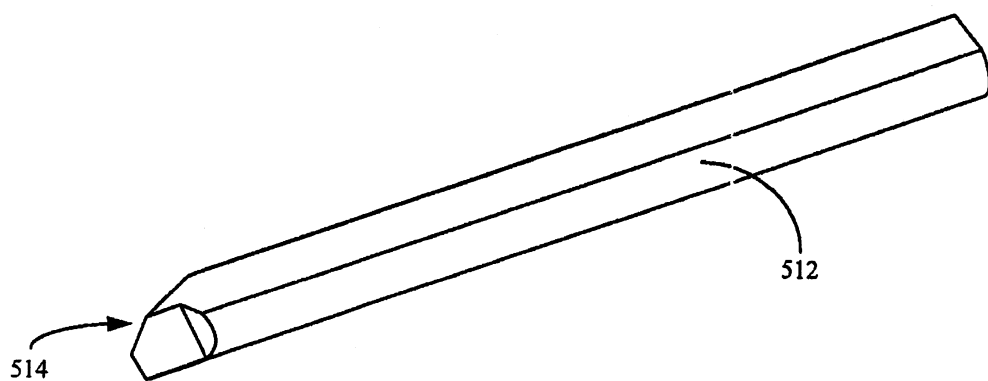
第 二十四D 圖



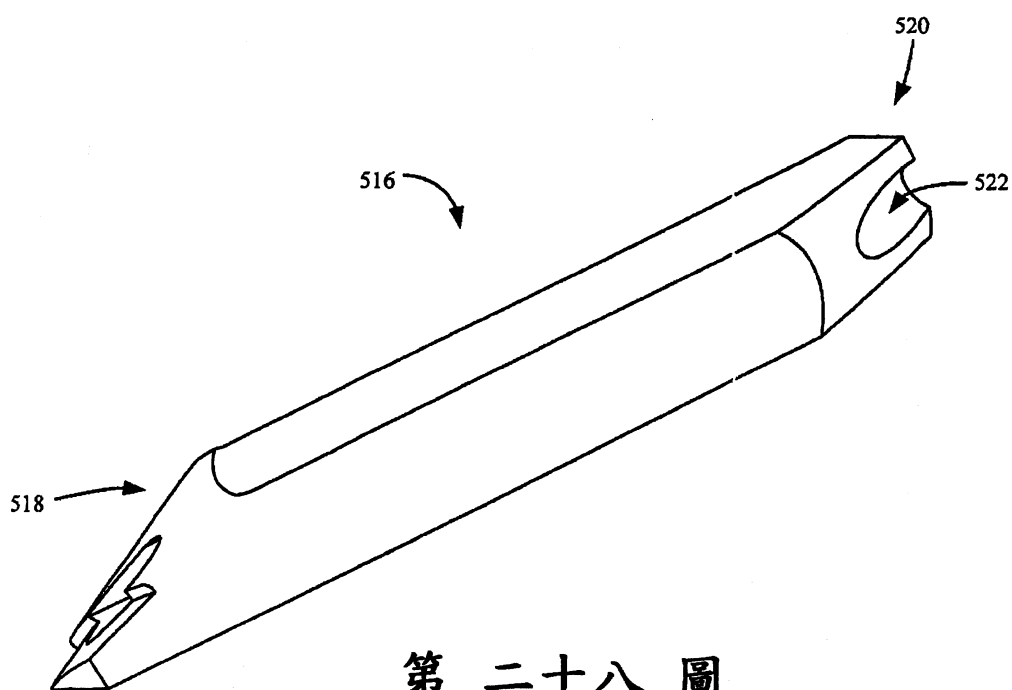
第 二 十 五 圖

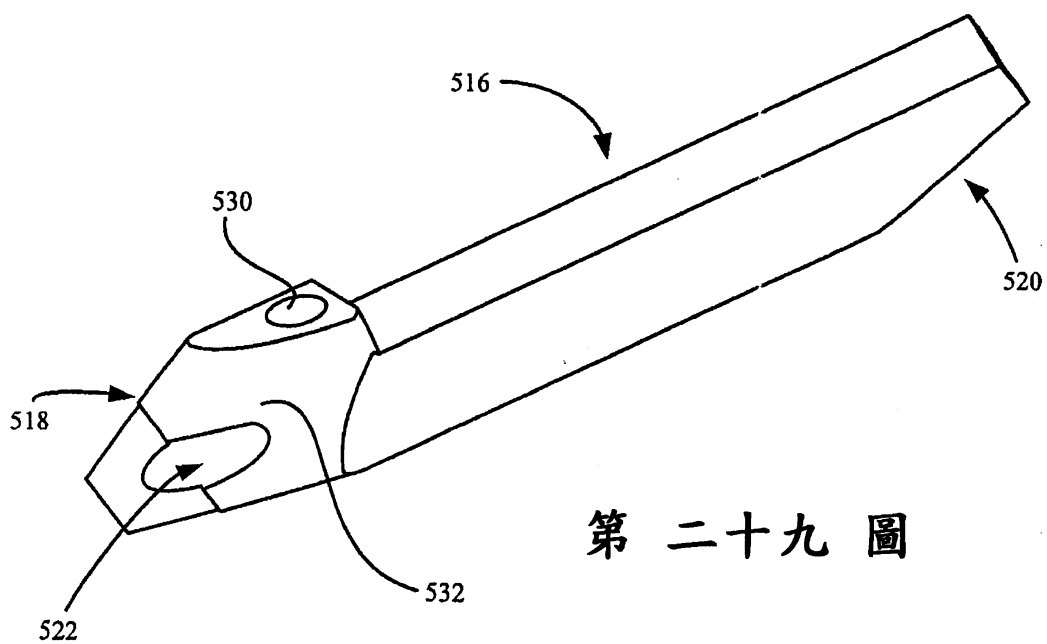


第 二 十 六 圖

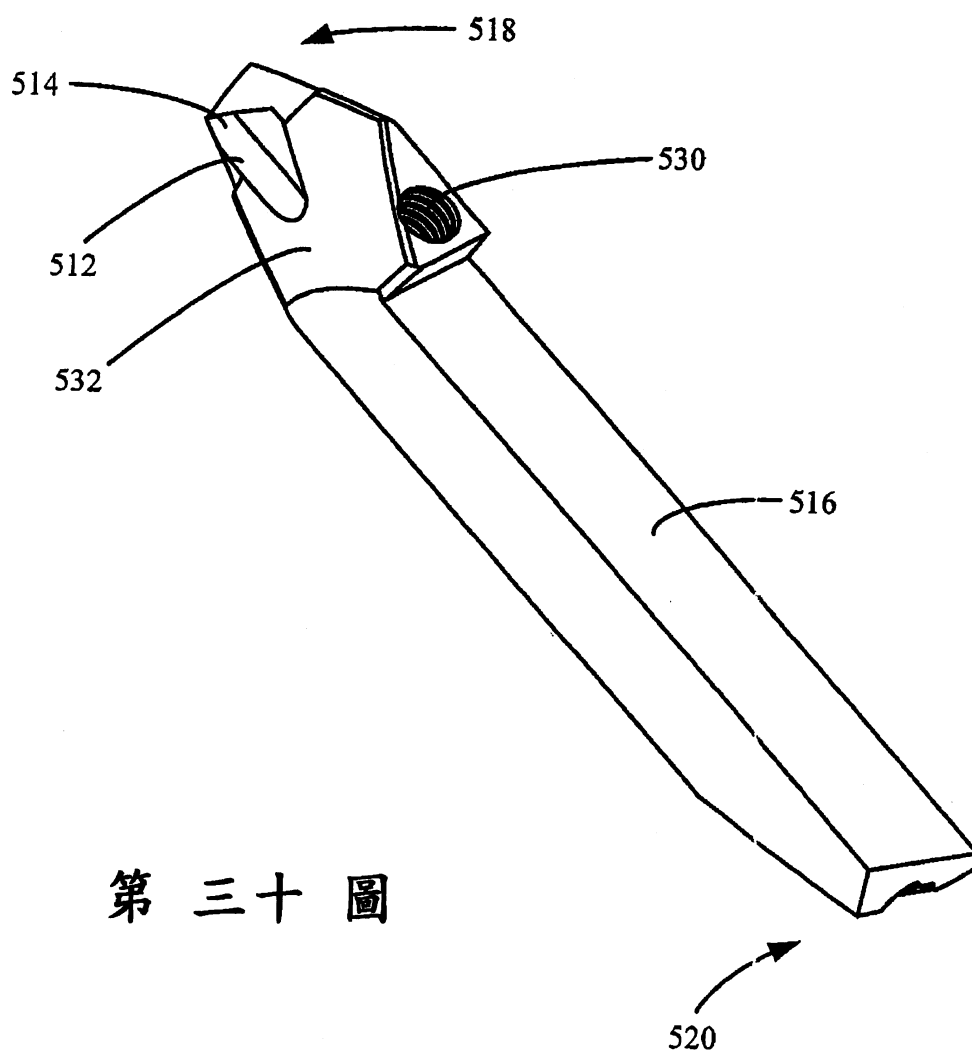


第 二 十 七 圖

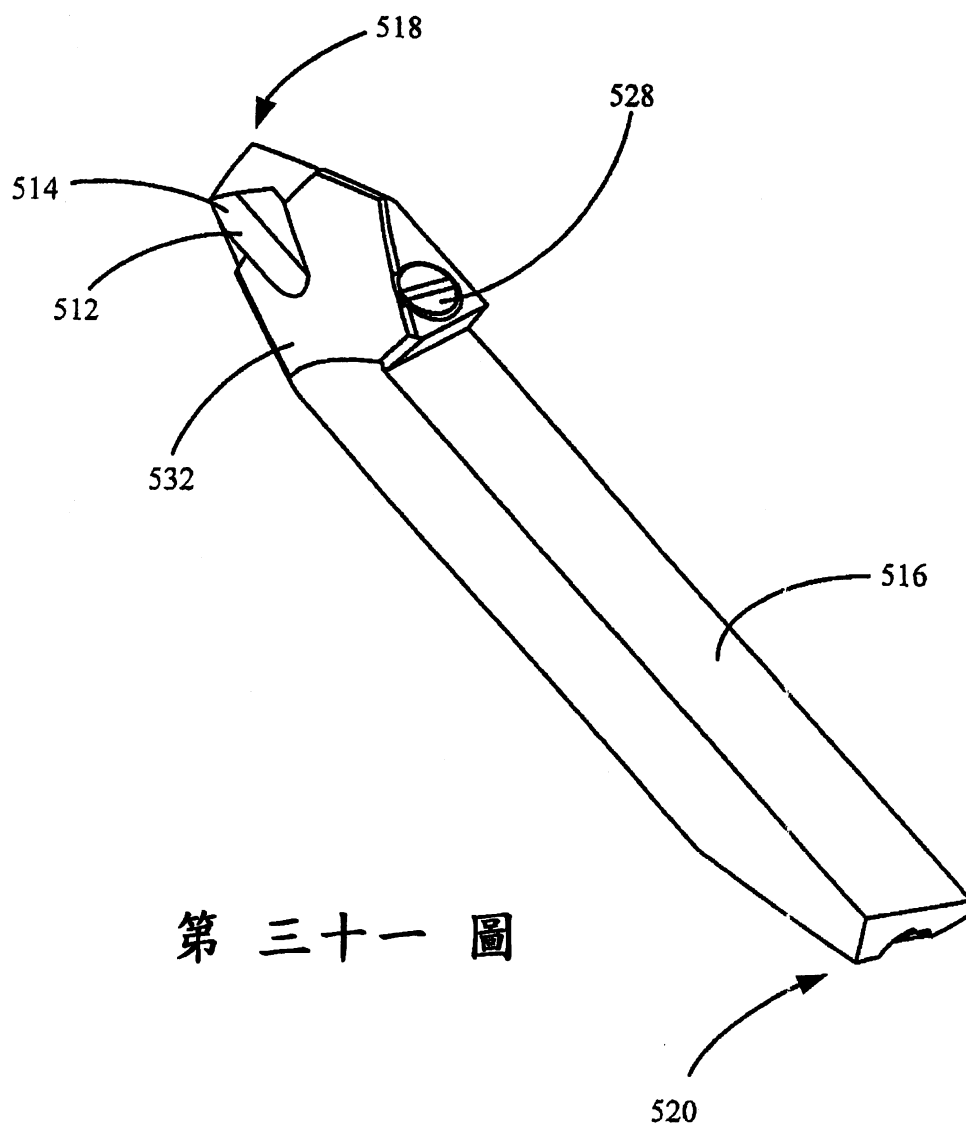




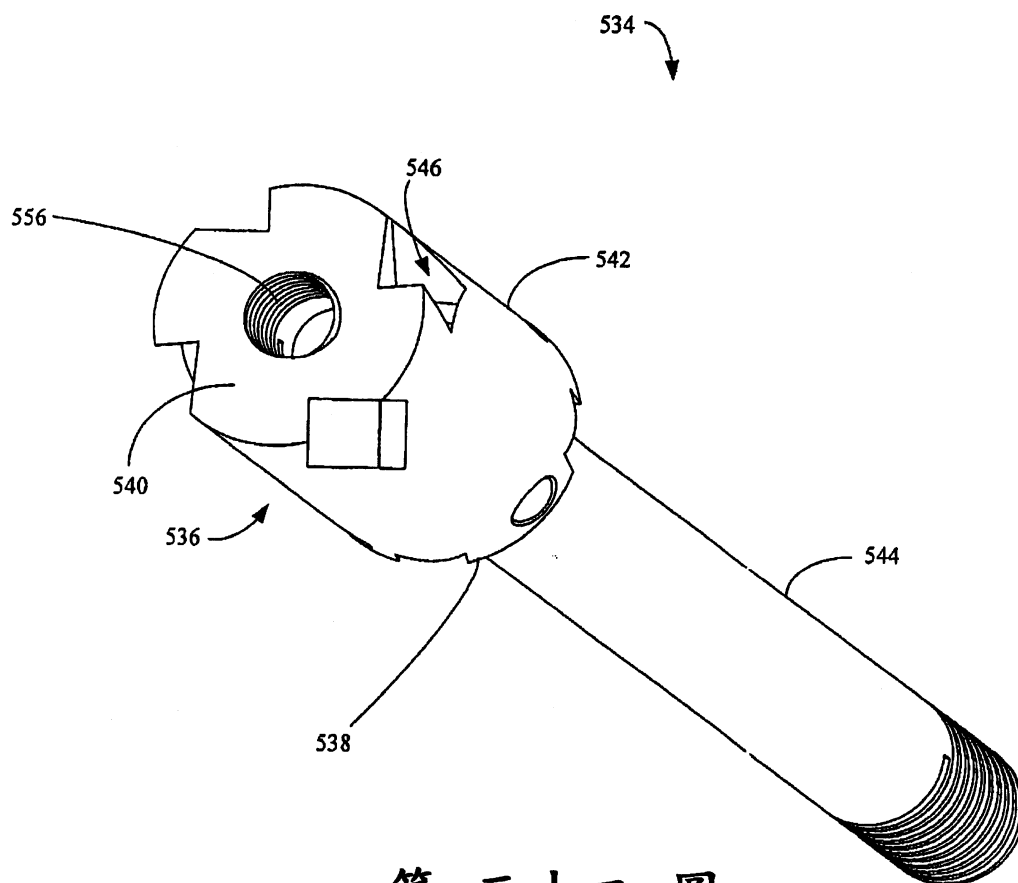
第 二 十 九 圖



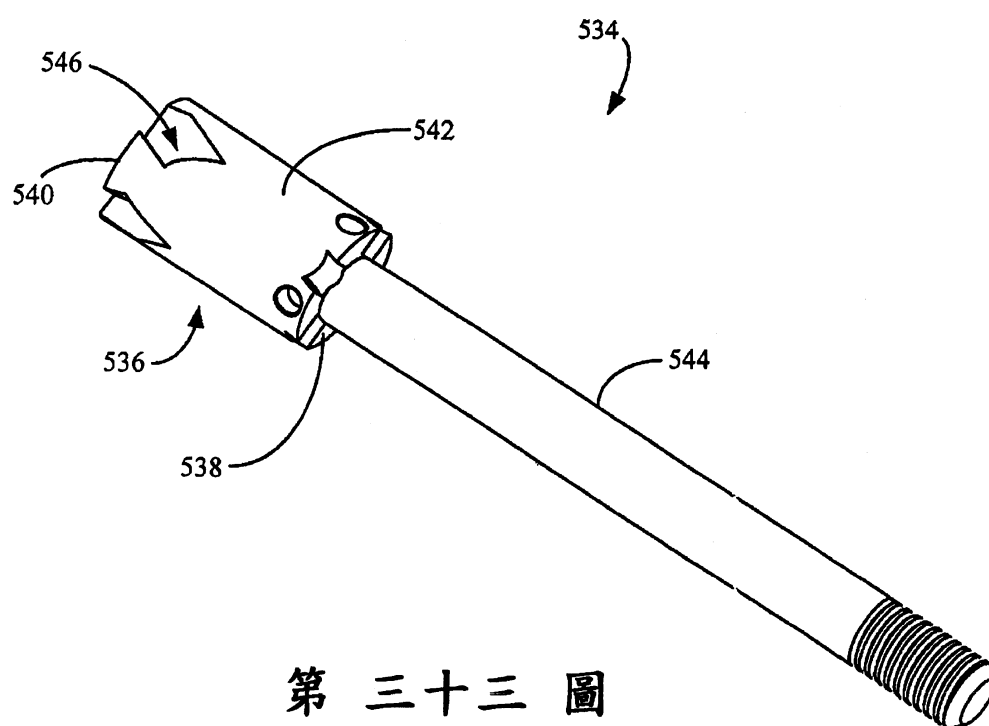
第三十圖



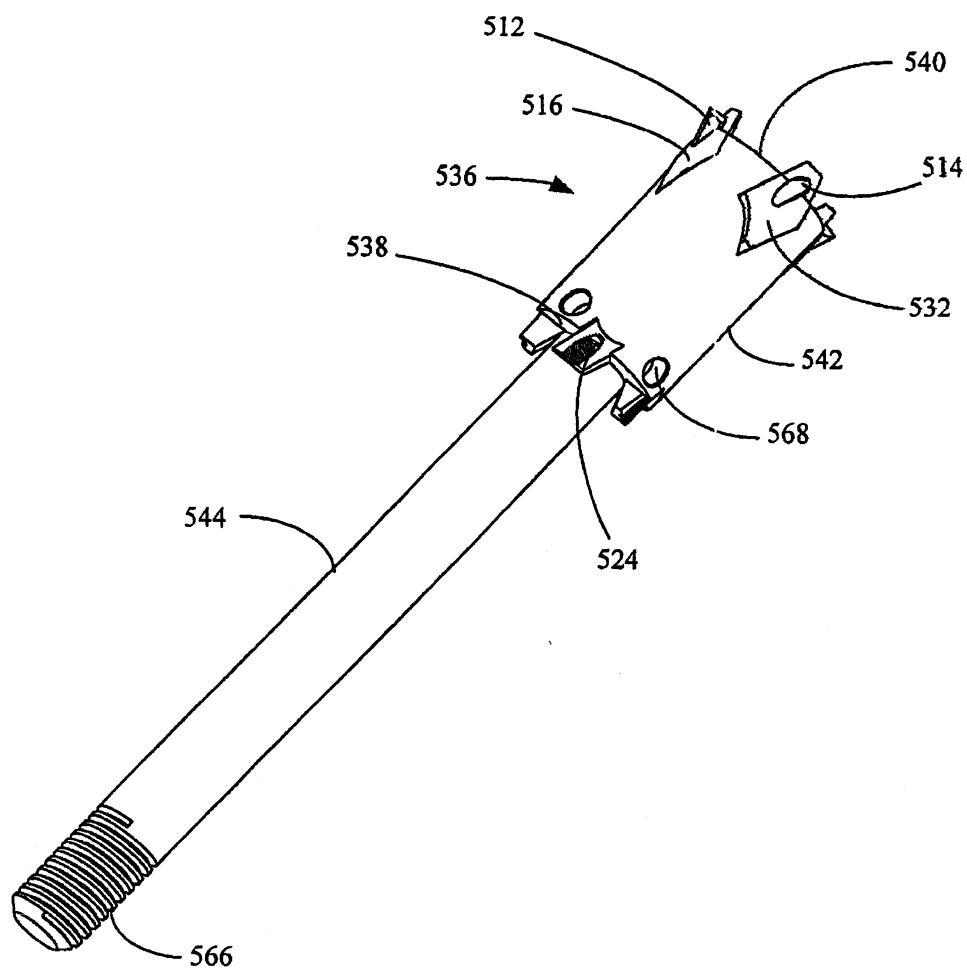
第三十一圖



第三十二圖



第三十三圖



第三十四圖

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（一a）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1	Ridge	隆起緣
2	protrusion	突出構造
3	Tube wall	細管壁
4	Ridge layer	隆起緣層
18	Inner surface	內側表面
20	Groove	凹槽
21	tube	細管
26	Tilted surface	傾斜表面
28	Pointed tip	尖銳的尖端
40	Base	底座
42	Ridge base	隆起緣基座

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

一叉齒由該底座往上延伸一高度，其中該底座用來適於對桿子導管的後端施加一壓力，且其中至少一叉齒的高度至少部分控制該桿子組合沿著至少一井狀通道的移動距離。

14.如申請專利範圍第 1 項之工具組合，其中偏向元件適於在壓力放鬆時伸展，以便在整形隔片上施加膨脹力。

15.如申請專利範圍第 1 項之工具組合，其中偏向元件包含彈簧。

16.一種細管，其內側表面是經由申請專利範圍第 1 項之工具組合所強化。

17.如申請專利範圍第 16 項之細管，其中該細管包含突出構造。

18.如申請專利範圍第 17 項之細管，其中該突出構造是扁平、彎曲或彼此相對傾斜以形成核化沸騰空腔。

19.一種強化細管內側表面的方法，其包含：

a. 提供一個工具組合，其包含：

(i) 一個工具座，包括一縱軸、一外部頂面、一外部底面、一外部外壁和至少一個大致為空的井狀通道，其中至少一個井狀通道貫穿此工具座而包含第一開口以及第二開口；

(ii) 至少一個桿子組合，其包含：

一桿子導管，具有前端和後端；

一桿子，具有形塑成尖端幾何體形的尖端，置於桿子導管中，其中上述尖端由桿子導管的頭部伸出，其中至少一個桿子組合是置於至少一個工具座的井狀通道內，而且其中桿子導管的前端能夠由至少一個井狀通道的第一開口伸出，而且