

發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：94118177

※申請日期：94年06月02日

※IPC分類：B28D 5/04 (2006.01)

C03B 33/06 (2006.01)

一、發明名稱：

(中) 劈裂脆性材料的方法及設備

(英) Method and apparatus for cleaving brittle materials

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓名：(中) 歐文科技股份有限公司

(英) OWENS TECHNOLOGY, INC.

代表人：(中) 1. 蓋瑞 歐文

(英) 1. OWENS, GARY LEWIS

地址：(中) 美國加州巴洛艾托公園大道二八七三號

(英) 2873 Park Boulevard, Palo Alto, CA 94306, U.S.A.

國籍：(中英) 美國 U.S.A.

三、發明人：(共 1 人)

1. 姓名：(中) 蓋瑞 歐文

(英) OWENS, GARY

國籍：(中) 美國

(英) U.S.A.

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家(地區)申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家(地區)；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 美國 ; 2004/06/03 ; 60/576,888 ☒ 有主張優先權2. 美國 ; 2005/06/02 ; 11/144,465 ☒ 有主張優先權

五、中文發明摘要

發明之名稱：劈裂脆性材料的方法及設備

本發明提供劈出脆性材料棒條的斷片的設備。此設備包含可將棒條的斷片固持於要被劈出的位置的支撐件，刀片，連接於刀片以用來驅動刀片至少部份地通過棒條以產生棒條的劈裂部份的致動器，及用來在劈裂期間接合棒條的端部的從動件。本發明也提供劈出脆性材料棒條的斷片的方法。此方法包含於棒條起始裂縫，及驅動刀片通過棒條以從棒條的端部移除脆性材料的一部份。在一實施例中，刀片以受控制的速率驅動通過棒條。

六、英文發明摘要

發明之名稱：

METHOD AND APPARATUS FOR CLEAVING A BRITTLE MATERIAL

An apparatus for cleaving a section of a bar of brittle material is provided. The apparatus comprises a support adapted to hold the section of the bar in a position to be cleaved, a blade, an actuator coupled to the blade for driving the blade at least partially through the bar to create a cleaved portion of the bar, and a follower for engaging the end of the bar during cleaving. A method of cleaving a section of a bar of brittle material is also provided. The method comprises initiating a crack in the bar and driving a blade through the bar to remove a portion of the brittle material from the end of the bar. In one embodiment, the blades drive through the bar at a controlled speed.

七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第 (1) 圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

10	設備	12	底部支撐元件或底座
14	側部框架元件	16	頂部台板
17	板件	18	刀片
20	致動器	21	縱向軸線 (圖 1)
22	脆性材料棒條或剛玉	24	從動件
26	端部，端部表面	28	推動機構，推桿
30	前導件	32	後導件
34	直立導件	35	不動軌條
36	精細調整滑件	37	可移動軌條
38	桿夾推桿，桿夾	39	襯墊
40	桿夾致動器或馬達	46	測力儀
47	安裝件	48	實體支撐件或墊板
50	線性軸承	54	附著件
55	螺栓或緊固件	60	樞軸或銷
61	從動件支撐總成	62	軸件
63	棒條	64	從動件調整總成
65	螺栓	66	旋轉止動調整件
67	螺栓		

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(1)

九、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明相關於劈裂 (cleaving)，且尤其相關於將脆性材料劈裂成薄斷片 (thin section) 的方法及設備。

【先前技術】

由半導體及類似材料構成的薄扁平「晶圓 (wafer)」被用於光生伏打裝置 (photovoltaics) 及其他固態電子裝置以及各種不同系統例如微電機械系統 (MEMS) 用的基板。上述晶圓目前經常是從鋸切材料剛玉 (boule) 或鑄塊且然後拋光所得的切片而獲得。鋸切過程導致大量的廢料且成本高。此高成本限制某些產品例如光生伏打系統的市場。研磨及拋光晶體以獲得薄斷片的傳統技術對晶體引入缺陷及雜質。藉著添加劑製程 (additive process) 來產生薄斷片的另外方法尚未證實可導致高品質材料。到目前被設計來劈裂成薄斷片的方法 (亦即在對晶體的延伸部份上上膠) 只對非常小的斷片可用，並且移除膠合劑很麻煩且緩慢。傳統上劈出非常薄的斷片的主要課題之一為劈裂期間二部件的非常不同的行為。晶體的主體維持相當剛性，但是薄斷片不能抵抗同樣大的力，因此劈裂刀片斜向一邊改變方向，因而在可達成完全的劈裂之前使薄斷片破斷。

因此，對於創新的劈裂脆性材料的方法及設備有需求。

(2)

【發明內容】

根據本發明的一方面，提供一種劈出脆性材料棒條的斷片的設備。此設備包含可將棒條的斷片固持於要被劈出的位置的支撐件，刀片，連接於刀片以用來驅動刀片至少部份地通過棒條以產生棒條的劈裂部份的致動器，及用來在劈裂期間接合棒條的端部的從動件。本發明也提供劈裂脆性材料棒條的方法。

【實施方式】

以下參考圖式敘述本發明的各種不同實施例。應注意圖式並未依比例繪製，並且具有類似結構或功能的元件在所有圖中由相同的參考數字表示。也應注意文字及圖式只是用來方便本發明的特定實施例的敘述。文字及圖式並非要成為包羅無遺的本發明的敘述或是對本發明的範圍的限制。另外，與本發明的一特別實施例一起敘述的一方面並非必然被限制於該實施例，而是可在本發明的任何其他實施例中實施。

根據本發明的一實施例的設備 10 可被用來例如劈出脆性材料棒條的斷片（見圖 1）。此處所謂的脆性材料指的是在破碎或斷裂之前只能承受小量變形的材料。矽及其他常見的半導體/基板材料（例如砷化鎵及藍寶石）通常為硬質及/或脆性的。但是，當處於單晶形式時，這些脆性材料的薄片（thin sheet）可被劈出，並且可根據本發明

(3)

101年2月24日修(更)正替換頁

的實施例而形成。因此，此處所謂的「薄」片或「薄」部份指的是薄至足以在斷裂前承受比在大塊材料時大的變形量的脆性材料的切片或切塊。一般而言，較佳地小於 200 微米厚的矽的晶圓為根據本發明的實施例的薄片。本發明的其他實施例可使用較大或較小厚度的矽。在一些實施例中，產生具有在 50 與 200 微米之間的厚度的矽晶圓。其他厚度也可在本發明的實施例中產生。

設備 10 包含底部支撐元件或底座 12，及包含多個側部框架元件 14 及頂部台板 16 的豎立結構。雖然圖 1 未顯示以避免阻擋顯示本發明，但是設備 10 可包含一對顯微鏡以輔助刀片的定位及對準。撓性帶，纜索，或鏈條，或是齒條及小齒輪（未顯示）也可被包含在設備 10 中，以提供旋轉對線性移動的轉換來驅動從動件 24。

設備 10 另外包含刀片 18，連接於刀片 18 以用來驅動刀片至少部份地通過脆性材料棒條或剛玉 22 以產生棒條的劈裂部份的致動器 20，及用來在劈裂期間接合棒條 22 的端部 26 的成為從動件 24 的形式的支撐件。設備 10 可包含推動機構例如推桿 28 來進給脆性材料剛玉 22。未顯示的任何合適的致動器或馬達連接於推桿 28，用來將剛玉 22 朝向設備 10 的切割機構移動。包含前導件 30，後導件 32，及直立導件 34 的引導機構被設置來將剛玉 22 引導至用來劈裂的位置。成為精細調整滑件 36 的形式的支撐件被設置，並且前導件 30 較佳地被固定於滑件 36 的一或多個固定位置，而後導件 32 可滑動地安裝在滑件 36 上。明確地說，精細調整滑件 36 可調整剛玉 22

(4)

的位置以建立切割深度，並且在一些實施例中，可隨著切割的進行調整刀片位置（見圖 14）。前導件 30 可為精細調整滑件 36 的一部份。後導件 32 可為剛玉推動機構 28 的一部份且沿著精細調整滑件 36 行進。精細調整滑件 36 可為線性運動台，其包含連接於底座 12 的不動軌條 35，及由不動軌條 35 承載且可相對於不動軌條 35 平移的可移動軌條 37。精細調整滑件 36 在剛玉 22 被推桿 28 進給至粗略位置之後對剛玉 22 相對於刀片 18 的位置提供精細及最終的調整。精細調整滑件 36 可被機動化及被自動地控制。桿夾推桿 38 連接於桿夾致動器或馬達 40，以將剛玉 22 穩固地向下固持或夾緊在導件 30 及 32 上以及在滑件 36 上的定位。襯墊 39 可連接於桿夾推桿 38 的下方部份以用來接合剛玉 22。板件 17 被設置來支撐刀片 18 及以下會敘述的從動件調整總成 64。板件 17 在線性軸承 50 上上下下移動。

刀片 18 較佳地具有充分的硬度，以抵抗來自劈裂部份的過大磨耗。較佳地，刀片 18 充分地強固以避免在劈裂負荷下屈曲（buckling）。舉例而言，對於至矽平面內的 10mm（毫米）寬的劈裂的典型劈裂負荷為大約 3 至 5 牛頓。適合用來劈裂脆性材料例如矽的例示性材料包含具有或不具有 TIN 塗層的硬化工具鋼，氧化鋯，碳化鎢，及藍寶石。取決於所需的力及刀片材料強度，刀片尖端的厚度典型上是在 20 微米的數量級以避免屈曲。

在一較佳實施例中，刀片 18 為空邊（hollow-ground

(5)

）刀片，如圖 1 至 6 及圖 15 所示。可瞭解刀片 18 可具有任何合適的形式或形狀，例如 V 形。如圖 15 更詳細顯示的，空邊刀片 18 具有前導邊緣 42，及從前導邊緣 42 延伸離開的凹入曲線狀表面 44。凹入曲線狀表面 44 造成被劈裂的材料在劈裂期間撓曲。凹入曲線狀表面 44 的曲線被選擇成為容許脆性材料對於給定厚度可在不破斷之下撓曲。凹入曲線狀表面 44 的半徑取決於被劈裂的材料的強度以及被劈出的斷片的厚度。較佳地，刀片 18 的凹入曲線狀表面 44 具有接近以下會敘述的從動件 24 的凸出曲線狀表面 78 的弧的弧。該弧可延伸橫過刀片 18 的整個底部表面或延伸至少與被劈出的切片的寬度一樣長的距離。例如，65 微米厚的矽典型上具有大約 62mm 的極小曲率半徑。刀片 18 的切割表面可被處理，例如藉著永久性膜或潤滑劑來減小刀片劈裂時的摩擦。

致動器 20 連接於刀片 18，用來對刀片 18 施力以驅動刀片 18 朝向且較佳地通過剛玉 22。測力儀 46 連接於致動器 20 來測量施加於刀片 18 的力。所想要的是以緩慢且受控制的方式來驅動刀片 18，以避免刀片受損及降低錯誤劈裂的機會。硬質的脆性材料例如矽在被劈裂時於其內部具有大幅的應變，因此其劈裂速度（亦即裂縫行進通過材料的速度）接近聲音的速率或是在每秒數公里的數量級。但是，當切割薄斷片時，薄斷片中的應變快速地鬆弛，限制每一個別的劈出片段於 1mm 的數量級的距離。因此，為達成想要的斷片（在 100mm 見方的數量級），必須重複

(6)

地推進裂縫。如果刀片由於刀片及被劈裂的材料中的應變的突然釋放而在劈裂的同時跳進（jump ahead），則刀片可能過載切片/從動件系統，增加裂縫轉向通過切片的可能性，因而破壞切片。以緩慢的受控制的方式移動刀片也是想要的，以配合以下會更詳細地敘述的從動件位置。

實體支撐件或墊板 48 可被用來在劈裂期間引導刀片 18，特別是在劈裂的起始階段中（見圖 1 至 2）。墊板 48 可由軸承支撐，例如可在導件 34 上向上及向下行進的線性軸承 50。安裝件 47 可被用來將墊板 48 連接於軸承 50。舉例而言，墊板 48 可包含大致垂直於剛玉 22 的頂部表面 52 的表面 49，使得墊板 48 在劈裂期間對準及支撐刀片 18。墊板 48 也可包含延伸至以下會更詳細地敘述的凹槽內的唇部。

從動件 24 可在劈裂期間接合剛玉 22 的端部 26。從動件 24 也可作用來在劈裂期間以緩慢及受控制的方式引導刀片 18。從動件 24 藉著任何合適的機構例如多個螺栓或其他緊固件 55 而連接於附著件 54，以被剛性地固定於附著件 54。附著件 54 藉著任何合適的機構而連接於從動件支撐總成 61，且如圖所示藉著延伸通過軸件 62 的下方端部的樞軸或銷 60 而可樞轉地或可旋轉地連接於總成 61。支撐總成 61 包含軸件 62，固定於軸件 62 的上方端部的調整總成 64，及用來限制附著件 54 及從動件 24 相對於軸件 62 的角向移動的旋轉止動調整件 66。調整總成 64 作用來藉著諸如棒條 63 及螺栓 65 而將軸件 62 固定於板件 17，

(7)

以及作用來藉著螺栓 67 而容許軸件 62 的高度被調整，使得銷 60 的旋轉軸線處於切片的彎曲的發生點處。總成 64 另外容許軸件 62 的直立行進且因此容許銷 60 及從動件 24 的直立行進在平行於刀片 18 的路徑中且與刀片 18 完全一致地發生。從動件 24 藉著從動件表面 76 與剛玉 22 的端部表面 26 之間的摩擦，來自切片的頂部的在從動件 24 的上方部份（亦即表面 77）上的壓力，及/或明確的驅動機構的某種組合而繞銷 60 旋轉，其中驅動機構例如為在一鏈條，纜索，或撓性帶固定於頂部台板 16 之下安裝在銷 60 上的滑輪，或安裝在銷 60 上的小齒輪及安裝在底座 12 上的齒條，或被控制成以正確時間及速率旋轉銷 60 的合適馬達。表面 44 與 78 之間的摩擦是藉著在表面 44 及 78 之一或二者上的抗摩擦塗層及/或使從動件 24 的上方部份的尺寸成為相對於刀片 18 鬆動地裝配以不會束縛在刀片 18 上而被控制。當刀片 18 推進時，調整總成 64 也向下移動，此將軸件 62 向下移動。從動件表面與剛玉 22 的端部表面 26 之間的摩擦造成附著件 54 及從動件 24 繞銷 60 旋轉。因此，當刀片 18 推進時，從動件 24 抵靠脆性材料的劈裂部份向下移動及旋轉。如圖 2 及 3 所示，從動件 24 在劈裂期間繞由銷 60 的軸向中心線所界定的旋轉軸線 68 旋轉。銷 60 的位置且因此旋轉軸線 68 的位置隨著刀片 18 的推進從圖 2 所示的第一位置 68A 向下移動至圖 3 所示的第二位置 68B。

在圖 2 至 3 所示的一實施例中，從動件 24 為具有至

(8)

少一相似於圓弧的凸出曲線狀表面的滾動從動件。在較佳實施例中，從動件 24 可包含可接合剛玉 22 的端部 26 的第一凸出曲線狀表面 76，及可在劈裂期間接合刀片 18 的第二凸出曲線狀表面 78。徑向延伸表面 77 從第一凸出曲線狀表面 76 延伸至第二凸出曲線狀表面 78。徑向延伸表面 77 與脆性材料的一部份接合，且具有大致等於脆性材料的該部份的厚度的半徑。第二凸出曲線狀表面 78 可設置有接近刀片 18 的凹入曲線狀表面 44 的曲線的曲線，且表面 78 較佳地延伸通過接近刀片 18 的表面 44 的弧的長度的弧。第一凸出曲線狀表面 76 具有第一半徑 80，且第二凸出曲線狀表面 78 具有較佳地接近表面 44 的半徑的第二半徑 82。第一半徑 80 的長度取決於被劈裂的材料的強度及被劈出的斷片的厚度。表面 76 的弧的長度較佳地長至足以在從動件 24 的行進的整個範圍覆蓋剛玉 22 的斷片 84 的表面。第一及第二半徑 80 及 82 以及劈裂部份 84 的厚度被選擇成為使得在第一凸出曲線狀表面 76 接合脆性材料的劈裂部份 84 之下，第二凸出曲線狀表面 78 接合刀片 18 的凹入曲線狀表面 44。舉例而言，第一半徑 80 以接近劈裂部份 84 的厚度的差異小於第二半徑 82。

從動件 24 可具有在本發明的範圍內的其他實施例。例如，從動件 24 可包含一撓性層或板條 86，及對板條 86 施力以驅策板條抵靠剛玉的可移動構件（見圖 4 至 5）。可瞭解撓性層 86 為選擇性而非必要的。可移動構件可為任何合適的型式，例如圖 4 及 5 所示的可旋轉滾子 88，或

(9)

圖 6 及 7 所示且在以下會敘述的滑塊 90。滾子 88 例如藉著銷 60 而可樞轉地連接於軸件 62 的下方端部，且可藉著抵靠板條 86 的摩擦而被可旋轉地致動，例如在滾子 88 與板條 86 之間具有某一粗糙塗層或小嚙合（gearing），使得當滾子 88 及刀片 18 在致動器 20 的力之下向下移動時，滾子 88 繞軸線 68 在圖 4 及 5 中於順時針方向旋轉。滾子 88 也可藉著齒條與小齒輪或帶驅動（未顯示）而被致動。撓性板條 86 可具有可接合脆性材料的劈裂部份 84 的第一部份 92，及可接合刀片 18 的第二部份 94。第一部份 92 具有第一厚度，且第二部份 94 具有第二厚度。舉例而言，第一厚度以接近劈裂部份 84 的厚度的差異小於第二厚度。當滾子 88 在劈裂期間向下移動且繞軸線 68 旋轉時，刀片 18 推進且滾子 88 將撓性板條 86 壓成接合剛玉 22 及刀片 18，以控制在脆性材料的劈裂部份 84 上的向外力及保持刀片 18 對準以用來正確劈裂。

在本發明的另一實施例中，從動件 24 的板條 84 包含如圖 6 及 7 所示的震波吸收層 96，其可為衰減來自每一連續的裂縫的震波的彈性體層。在一些實施例中，彈性體層 96 被夾在第一與第二撓性薄片例如第一與第二薄鋼片 98 與 99 之間。在較佳實施例中，第一薄片 98 類似於圖 4 及 5 所示的板條 86 且具有第一及第二部份 92 及 94。或者，如果彈性體充分地穩固，則彈性體層 96 可直接接合剛玉 22，在此情況中彈性體層較佳地形成為具有第一及第二部份 92 及 94。

(10)

滑塊 90 可被用來施加抵靠撓性板條 86 的力（見圖 6 及 7）。滑塊 90 在刀片 18 下降時向下移動且較佳地連接於軸件 62 的下方端部，而更佳的為剛性固定於軸件 62 的下方端部。支承表面 91 可被設置在滑塊 90 上，且可由低摩擦係數的塑膠形成，用來可滑動地接合撓性板條 86。或者，流體軸承或其他通常使用的平軸承（flat bearing）或任何其他合適的機構可被用來形成滑塊 90 的支承表面 91。

在操作時，桿夾 38 被升高以容許脆性材料剛玉 22 被推動機構例如推桿 28 推動或移動至想要的用來劈裂的位置。此推動可由前及後剛玉導件 30 及 32 引導。剛玉 22 的位置可藉著精細調整滑件 36 而被調整。當剛玉 22 處於要被劈裂的位置時，其端部表面 26 抵靠從動件 24 被推至相對於刀片 18 的適當位置以建立想要的切割深度，亦即要被劈裂的剛玉的部份的想要的厚度。

然後，桿夾馬達 40 被致動以使得桿夾 38 接合剛玉 22 且將剛玉扣持於想要的用來劈裂的位置。如果剛玉 22 與從動件 24 之間需要或想要有一些空間以容許劈裂，則精細調整滑件 36 可移回（離開刀片 18）以容許有此空間。桿夾推桿 38 的長度及撓性容許剛玉 22 維持被穩固地夾緊。

劈裂致動器 20 被致動且將刀片 18 向下驅動，直到裂縫被起始。此可藉著刀片上的力的鬆懈而被觀察到。屆時，精細調整滑件 36 進一步向後移動，以容許刀片 18 的背

(11)

部沿著初期的劈裂行進。刀片 18 此時被進一步推進。在刀片 18 推進時，從動件調整總成 64 也向下移動，此將從動件軸件 62 向下移動，藉著以上所述的任何機構使從動件在銷 60 上旋轉，因而旋轉從動件 24。

在劈裂結束時，切片可藉著二方法之一被移去。從上方，一供給件（*affordance*）例如真空鑷子可被用來抓住切片。精細調整滑件 36 進一步向後移動以釋放切片，並且切片被取回。從下方，刀片 18 撤回，然後精細調整滑件 36 進一步向後移動，並且切片被釋放。也可使用這些技術的組合或其他移除技術。

在另一方面，本發明提供劈裂脆性材料棒條的方法。一般而言，此方法包含於棒條起始裂縫，及驅動刀片通過棒條以從棒條的端部移除脆性材料的一部份。

根據本發明的一實施例的以刀片 18 劈裂脆性材料棒條 22 的劈裂過程顯示在圖 8 中。在此實施例中，劈裂刀片 18 於晶體平面衝擊脆性材料，較佳地為弱晶體平面。例如，已知對於矽而言，（111）平面最弱，而（110）平面幾近同樣弱。

劈裂以受控制的速率進行通過脆性材料。快速的裂縫傳播可能會偏離所計畫的破裂平面，典型上導致一系列的小的增量裂縫。劈裂刀片 18 應夠硬，夠強，且適當地成形，以從材料棒條剝下所計畫的材料薄片。

在一些實施例中，刀片 18 面向棒條 22 的主要部份的背側或表面 19 大致垂直於平行於剛玉的頂部表面 52 的劈

(12)

裂平面，因此作用在刀片上以將其推入正被劈出的切片內的力很小或是沒有任何此種力。在較佳實施例中，刀片的另一側或相反表面 21 傾斜的角度足以使其夠強來承受力，但是不會太大，否則正被劈出的切片會經歷過大的彎曲而破斷。

為建立正確的劈裂開始點，如圖 9 所示，凹槽 100 較佳地形成於要被劈裂的棒條 22。凹槽 100 可被用來定位刀片 18，使得裂縫可在刀片 18 面向脆性材料的塊體的表面 19 下方形成，防止刀片的向外彎曲或將刀片的向外彎曲減至最小，否則可能造成劈裂分歧而破壞切片。開始凹槽也減輕在刀片的最尖端上的壓力，降低強度要求，且增加刀片（尖銳）壽命。

在一些實施例中，開始凹槽可由面向被劈裂的棒條的端部的直立表面 101 及面向棒條的塊體的傾斜表面 103 形成。凹槽可成為尖銳缺口，V 形，或「鑰匙孔（keyhole）」缺口的形式。圖 9 所示的「鑰匙孔」缺口 100 具有擴大的底部或離隙（relief）102，因此裂縫在直立側下方開始。圖 10 所示的尖銳缺口 105 依賴在缺口的尖銳點處的應力集中來在直立側下方開始裂縫。本發明的缺口可機械式地，化學式地，或以其他方式產生。例如，想要的開始凹槽的形狀可藉著鑽石工具或藉著反應性離子蝕刻而產生。

除了在棒條的頂部表面上的開始凹槽外，於棒條的側部及底部也形成凹槽可有助於更可靠地引導裂縫。

刀片 18 在裂縫 107 被起始於棒條 22 之後被調整的本

(13)

發明的實施例顯示在圖 11A 及 11B 中。在此實施例中，刀片 18 具有被用來將起始裂縫用的刀片的強度增至最大的對稱 V 形。在裂縫產生之後，刀片 18 如圖 11B 所示朝向棒條 22 的端部依靠或傾斜，使得面向脆性材料的塊體的刀片表面 19 平行於端部表面 26。

在本發明的一些實施例中，形成於棒條 22 的凹槽 100 以 50 至 100 微米間隔開。開始凹槽 100 在刀片 18 下方對準，然後棒條 22 被夾緊於定位。然後，力施加於刀片 18。當劈出的切片分開時，切片以任何合適的方式被拾取，例如在一些實施例中是藉著抽吸杖 (suction wand) 或氣體噴射流。上述過程被重複直到棒條 22 太短而不能支撐進一步的劈裂。屆時，另一棒條可被定位來進行劈裂。

從動件 24 接合棒條 22 的端部 26 以限制在切片的劈裂部份上的向外力的本發明的實施例顯示在圖 12A 及 12B 中。包含任何合適的可移動構件例如滾子 88 的從動件 24 也在劈裂期間以緩慢且受控制的方式引導刀片 18。滾子 88 在劈裂點處支撐劈裂的材料，以限制離開棒條 22 的本體的力及輔助防止切片破碎或斷裂。

在本發明的另一實施例中，實體支撐件或墊板 48 被用來引導刀片 18 (見圖 13A 至 13D)。就此方面而論，當 V 形凹槽形成於棒條 22 時，墊板 48 可包含延伸至較佳地為 V 形的凹槽 100 內的垂懸唇部 104，以提供暫時性的直立表面 106。暫時性直立表面 106 在尖銳點形成 V 形凹槽 100 的底部之下對準刀片 18。墊板 48 在刀片 18 下降時

(14)

101年2月24日修(更)正替換頁

支撐刀片 18。

在一些實施例中，侵蝕劑可被施加於凹槽及/或裂縫，以較佳地打斷脆性材料的應變鍵結 (strained bond)。如此，侵蝕劑可被用來減小所需的力及容許裂縫速率被限制成遠小於音速，導致較可控制的裂縫。可使用任何合適的侵蝕劑。例如，氫氧化鉀 (KOH) 溶液可被使用成為矽的侵蝕劑。或者，可使用電化學反應來打斷脆性材料的應變鍵結。此可用埋設在刀片中的導電層來達成。

在本發明的另一實施例中，刀片 18 的位置可在裂縫被起始之後被調整或移位。如圖 14A 至 14D 所示，裂縫可沿著線 110 形成，而線 110 與在刀片 18 的直立表面下方向下延伸至棒條 22 內的假想線 112 不同。在裂縫產生且刀片穿透棒條 22 之後，刀片 18 可如圖 14B 與圖 14C 之間的轉變所示的朝向切片稍微移位，使得當刀片繼續其向下路徑時，刀片 18 不會向外壓。

以上已用脆性材料的薄斷片從脆性材料棒條的一端部開始被劈出的各種不同實施例及方法敘述本發明。可瞭解本發明也適用於劈裂成兩個半體，其中桿件沿著垂直於剛玉 22 的縱向軸線 21(見圖 1)的路徑被連續地劈裂成兩個半體。當半體非常薄時，半體太弱而不能用傳統方式來支撐劈裂。第一從動件可被用來接合薄半體的一端部表面，且第二從動件(附加從動件)可被用來接合薄半體的相反端部。上述的刀片，從動件，及凹槽可同樣地應用於劈裂成半體的後期階段，因而可達成遠比只用傳統劈裂技術可達成者薄的斷

(15)

片。

在本發明的一方面中，一種用來劈出具有一端部的脆性材料棒條的斷片的設備可被提供且包含可將棒條的斷片固持於要被劈出的位置的支撐件；刀片；連接於刀片以用來驅動刀片至少部份地通過棒條以產生棒條的劈裂部份的致動器；及用來在劈裂期間接合棒條的端部的從動件。

刀片可具有前導邊緣，及從前導邊緣延伸離開的凹入曲線狀表面。刀片的凹入曲線狀表面可設置有一曲線，並且從動件可具有設置有接近刀片的凹入曲線狀表面的曲線的一曲線的凸出曲線狀表面。從動件可具有附加凸出曲線狀表面，而一徑向延伸表面可從上述凸出曲線狀表面延伸至附加凸出曲線狀表面。棒條的劈裂部份可具有一厚度，並且凸出曲線狀表面可具有第一半徑，且附加凸出曲線狀表面可具有以接近棒條的劈裂部份的厚度的差異小於第一半徑的第二半徑。棒條的劈裂部份可具有一厚度，且從動件可包含可移動構件及固定於可移動構件的至少一材料層，而此至少一材料層具有設置有第一厚度的第一部份及設置有以接近棒條的劈裂部份的厚度的差異小於第一厚度的第二厚度的第二部份。可移動構件可具有可繞一旋轉軸線旋轉的構件。致動器可於一行進方向驅動刀片，而可移動構件可為可於平行於刀片的行進方向的方向平移的構件。上述的至少一材料層可包含彈性體層。棒條的端部可具有橫向於棒條延伸的平面狀表面，而從動件可包含從凸出曲線狀表面延伸且平行於棒條的端部的平面狀表面的平面狀

(16)

表面。

在本發明的另一方面中，一種用來劈出脆性材料棒條的斷片的設備可被提供且包含可將棒條的斷片固持於要被劈出的位置的支撐件；具有前導邊緣及從前導邊緣延伸離開的凹入區域的刀片；及連接於刀片以用來驅動刀片至少部份地通過棒條以產生棒條的劈裂部份的致動器。凹入區域可由凹入曲線狀表面形成。

在本發明的另一方面中，一種劈裂設備可被提供且包含具有要被劈出的斷片的脆性材料棒條；可將棒條的斷片固持於要被劈出的位置的支撐件；刀片；及連接於刀片以用來驅動刀片至少部份地通過棒條以產生棒條的劈裂部份的致動器。可包含用來在劈裂期間接合棒條的端部的從動件。

在本發明的另一方面中，一種用來劈裂具有一端部的脆性材料棒條的方法可被提供且包含於棒條起始裂縫，及驅動刀片通過棒條以從棒條的端部移除脆性材料的一部份。

驅動步驟可包含以受控制的速率驅動刀片通過棒條。起始步驟可包含在離開棒條的端部 50 至 200 微米的範圍內的距離起始裂縫。脆性材料可包含晶體材料。脆性材料可選擇自由矽，砷化鎵，鍺，矽-鍺，及藍寶石所構成的材料群類。起始步驟可包含驅動刀片至脆性材料棒條內。上述方法可進一步包含在驅動刀片至棒條內以起始裂縫之前沿著一實體支撐件引導刀片。上述方法可進一步包含在

(17)

沿著裂縫驅動刀片之前使刀片與裂縫對準。上述方法可進一步包含在起始步驟之前於棒條的表面形成凹槽。形成步驟可包含沿著脆性材料的晶體平面形成凹槽。凹槽可設置有垂直於棒條的表面延伸的表面。凹槽可為鑰匙孔凹槽。上述方法可進一步包含沿著一實體支撐件引導刀片，而實體支撐件的至少一部份延伸至凹槽內以提供垂直於棒條的表面的引導表面。上述方法可進一步包含對棒條的端部施加一力。施加步驟可包含沿著棒條的端部移動一從動件。

由本發明所提供的設備及方法的有利點之一為脆性材料可在沒有鋸切廢料之下被劈裂成為薄斷片。

從以上可瞭解，雖然已為舉例說明的目的敘述本發明的特定實施例，但是在不離開本發明的精神及範圍下可進行各種不同的修改。

【圖式簡單說明】

圖 1 為顯示根據本發明的實施例的劈裂脆性材料的設備的側視圖。

圖 2 為顯示處於第一位置的圖 1 的設備的刀片的放大側視圖。

圖 3 為顯示處於第二位置的圖 2 的設備的部份的刀片的側視圖。

圖 4 為處於第一位置的本發明的劈裂脆性材料的設備的另一實施例的類似於圖 2 的側視圖。

圖 5 為處於第二位置的圖 4 的設備的部份的類似於圖

(18)

3 的側視圖。

圖 6 為處於第一位置的本發明的劈裂脆性材料的設備的另一實施例的類似於圖 2 的側視圖。

圖 7 為處於第二位置的圖 6 的設備的部份的類似於圖 3 的側視圖。

圖 8 示意地顯示根據本發明的一方法的劈裂過程的起始。

圖 9 示意地顯示根據本發明的另一方法的劈裂過程的起始。

圖 10 示意地顯示根據本發明的另一方法的劈裂過程的起始。

圖 11A 示意地顯示在本發明的另一方法中的劈裂過程的起始期間處於第一位置的刀片。

圖 11B 示意地顯示在圖 11A 所指稱的劈裂過程中處於第二位置的刀片。

圖 12A 為處於第一位置的本發明的劈裂脆性材料的設備的另一實施例的類似於圖 2 的側視圖。

圖 12B 為處於第二位置的圖 12A 的設備的部份的類似於圖 3 的側視圖。

圖 13A 示意地顯示根據本發明的方法劈裂脆性材料用的凹槽，刀片，及墊板。

圖 13B 示意地顯示根據本發明的方法的劈裂過程的起始。

圖 13C 示意地顯示根據本發明的方法的在圖 13B 所示

(19)

的步驟中起始的裂縫的傳播。

圖 13D 示意地顯示根據本發明的方法的劈裂過程的傳播。

圖 14A 示意地顯示根據本發明的方法劈裂脆性材料棒條用的刀片及墊板。

圖 14B 示意地顯示根據本發明的方法的劈裂過程的起始。

圖 14C 示意地顯示根據本發明的方法的在圖 14B 所示的步驟中起始的裂縫的傳播。

圖 14D 示意地顯示根據本發明的方法的劈裂過程的傳播。

圖 15 為顯示根據本發明的實施例的刀片的放大立體圖。

【主要元件符號說明】

- 10 設備
- 12 底部支撐元件或底座
- 14 側部框架元件
- 16 頂部台板
- 17 板件
- 18 刀片
- 19 背側或表面
- 20 致動器
- 21 縱向軸線（圖 1）

(20)

- 21 另一側或相反表面（圖 8 及 9）
- 22 脆性材料棒條或剛玉
- 24 從動件
- 26 端部，端部表面
- 28 推動機構，推桿
- 30 前導件
- 32 後導件
- 34 直立導件
- 35 不動軌條
- 36 精細調整滑件
- 37 可移動軌條
- 38 桿夾推桿，桿夾
- 39 襯墊
- 40 桿夾致動器或馬達
- 42 前導邊緣
- 44 凹入曲線狀表面
- 46 測力儀
- 47 安裝件
- 48 實體支撐件或墊板
- 49 表面
- 50 線性軸承
- 52 頂部表面
- 54 附著件
- 55 螺栓或緊固件

(21)

- 60 樞軸或銷
- 61 從動件支撐總成
- 62 軸件
- 63 棒條
- 64 從動件調整總成
- 65 螺栓
- 66 旋轉止動調整件
- 67 螺栓
- 68 旋轉軸線
- 68A 第一位置
- 68B 第二位置
- 76 從動件表面，第一凸出曲線狀表面
- 77 徑向延伸表面
- 78 第二凸出曲線狀表面
- 80 第一半徑
- 82 第二半徑
- 84 斷片，劈裂部份
- 86 撓性層或板條
- 88 可旋轉滾子
- 90 滑塊
- 91 支承表面
- 92 第一部份
- 94 第二部份
- 96 震波吸收層，彈性體層

(22)

98 第一薄鋼片

99 第二薄鋼片

100 凹槽，鑰匙孔缺口

101 直立表面

102 擴大底部或離隙

103 傾斜表面

104 垂懸唇部

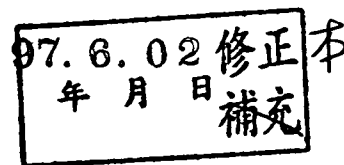
105 尖銳缺口

106 暫時性直立表面

107 裂縫

110 線

112 假想線



十、申請專利範圍

附件 二 A：第 94118177 號修正後無劃線之

中文申請專利範圍替換本 民國 97 年 6 月 2 日呈

1.一種劈裂脆性材料的方法，用來劈裂具有一表面及一端部的脆性材料棒條，該劈裂脆性材料的方法包含在相鄰於該棒條的該端部的一劈裂平面中於該表面形成一開始凹槽，使用該開始凹槽於該棒條起始一裂縫，驅動一刀片完全地通過該棒條以使該裂縫遞增地推進通過該棒條及從該棒條形成一脆性材料的劈出的切片，及藉由跟隨刀片運動的一支撐件來支撐該劈出的切片以防止該劈出的切片的破裂。

2.如申請專利範圍第 1 項所述的劈裂脆性材料的方法，其中該驅動步驟包含以受控制的速率驅動該刀片通過該棒條。

3.如申請專利範圍第 1 項所述的劈裂脆性材料的方法，其中該脆性材料包含晶體材料。

4.如申請專利範圍第 1 項所述的劈裂脆性材料的方法，其中該脆性材料是選擇自由矽，砷化鎵，鍺，矽-鍺，及藍寶石所構成的材料群類。

5.如申請專利範圍第 1 項所述的劈裂脆性材料的方法，其中該起始步驟包含使該脆性材料棒條與該刀片接觸。

6.如申請專利範圍第 5 項所述的劈裂脆性材料的方法

，進一步包含在該起始步驟之前沿著一實體支撐件引導該刀片。

7.如申請專利範圍第 6 項所述的劈裂脆性材料的方法，進一步包含在沿著該裂縫驅動該刀片之前使該刀片與該裂縫對準。

8.如申請專利範圍第 1 項所述的劈裂脆性材料的方法，其中該開始凹槽設置有一劈裂表面，該劈裂表面與該脆性材料棒條的該端部間隔開且垂直於該棒條的該表面。

9.如申請專利範圍第 1 項所述的劈裂脆性材料的方法，其中該開始凹槽為鑰匙孔凹槽。

10.如申請專利範圍第 1 項所述的劈裂脆性材料的方法，進一步包含沿著一實體支撐件引導該刀片，其中該實體支撐件的至少一部份延伸至該開始凹槽內以提供實質上垂直於該棒條的該表面的一引導表面。

11.如申請專利範圍第 1 項所述的劈裂脆性材料的方法，其中跟隨刀片運動的該支撐件包含一從動件，且該支撐步驟包含將該從動件相對於該棒條的該端部移動。

12.如申請專利範圍第 1 項所述的劈裂脆性材料的方法，進一步包含施加侵蝕劑於該開始凹槽以用來打斷脆性材料的應變鍵結。

13.如申請專利範圍第 1 項所述的劈裂脆性材料的方法，進一步包含於該脆性材料棒條形成多個開始凹槽，且其中該起始步驟包含於該多個開始凹槽中的至少一個起始一裂縫。

14.如申請專利範圍第 1 項所述的劈裂脆性材料的方法，其中該刀片及跟隨刀片運動的該支撐件的每一個具有用來接合該劈出的切片的曲線狀表面。

15.如申請專利範圍第 14 項所述的劈裂脆性材料的方法，其中脆性材料的該劈出的切片在該驅動步驟期間彎曲。

16.如申請專利範圍第 14 項所述的劈裂脆性材料的方法，其中該劈出的切片以相應於刀片半徑及支撐件半徑的半徑彎曲。

17.如申請專利範圍第 1 項所述的劈裂脆性材料的方法，其中該刀片被驅動通過該脆性材料棒條一段與脆性材料的寬度相關的距離。

18.如申請專利範圍第 1 項所述的劈裂脆性材料的方法，進一步包含施加侵蝕劑於該裂縫以用來打斷脆性材料的應變鍵結。

19.如申請專利範圍第 1 項所述的劈裂脆性材料的方法，其中該開始凹槽實質上為 V 形，且該起始步驟包含迫使一對刀片進入該 V 形的凹槽內以起始該裂縫。

20.如申請專利範圍第 1 項所述的劈裂脆性材料的方法，其中該支撐步驟包含在該劈出的切片於該棒條的劈裂期間彎曲時，以一曲線狀表面來支撐該劈出的切片。

21.一種劈裂脆性材料的方法，用來劈裂具有一端部的脆性材料棒條，該劈裂脆性材料的方法包含使該棒條與一刀片接觸以於該棒條起始一裂縫，將該刀片與該裂縫對

準以提供一對準刀片，及驅動該對準刀片通過該棒條以從該棒條的該端部移除脆性材料的一部份。

22.如申請專利範圍第 21 項所述的劈裂脆性材料的方法，其中該接觸步驟包含沿著一實體支撐件引導該刀片。

23.如申請專利範圍第 21 項所述的劈裂脆性材料的方法，進一步包含藉由跟隨刀片運動的一支撐件來支撐從該棒條的該端部移除的脆性材料的該部份，以防止移除的該部份的破裂。

24.如申請專利範圍第 23 項所述的劈裂脆性材料的方法，其中該刀片及該支撐件的每一個具有用來接合從該棒條的該端部移除的脆性材料的該部份的曲線狀表面。

25.如申請專利範圍第 21 項所述的劈裂脆性材料的方法，其中該驅動步驟包含以受控制的速率遞增地驅動該刀片通過該棒條。

26.一種劈裂脆性材料的方法，用來劈裂具有一端部的脆性材料棒條，該劈裂脆性材料的方法包含於該棒條的一表面形成一鑰匙孔凹槽，於該棒條起始從該鑰匙孔凹槽開始的一裂縫，及驅動一刀片通過該棒條以從該棒條的該端部移除脆性材料的一部份。

27.如申請專利範圍第 26 項所述的劈裂脆性材料的方法，進一步包含藉由跟隨刀片運動的一支撐件來支撐從該棒條的該端部移除的脆性材料的該部份，以防止移除的該部份的破裂。

28.如申請專利範圍第 27 項所述的劈裂脆性材料的方

法，其中該刀片及該支撐件的每一個具有用來接合從該棒條的該端部移除的脆性材料的該部份的曲線狀表面。

29.如申請專利範圍第 26 項所述的劈裂脆性材料的方法，其中該驅動步驟包含以受控制的速率遞增地驅動該刀片通過該棒條。

30.一種劈裂脆性材料的方法，用來劈裂具有一端部的脆性材料棒條，該劈裂脆性材料的方法包含於該棒條的一表面形成一凹槽，於該棒條起始從該凹槽開始的一裂縫，提供包含延伸至該凹槽內且具有實質上垂直於該表面的一引導表面的一部份的一實體支撐件，及沿著該引導表面驅動一刀片通過該棒條以從該棒條的該端部移除脆性材料的一部份。

31.如申請專利範圍第 30 項所述的劈裂脆性材料的方法，進一步包含藉由跟隨刀片運動的一支撐件來支撐從該棒條的該端部移除的脆性材料的該部份，以防止移除的該部份的破裂。

32.如申請專利範圍第 31 項所述的劈裂脆性材料的方法，其中該刀片及該支撐件的每一個具有用來接合從該棒條的該端部移除的脆性材料的該部份的曲線狀表面。

33.如申請專利範圍第 30 項所述的劈裂脆性材料的方法，其中該驅動步驟包含以受控制的速率遞增地驅動該刀片通過該棒條。

34.一種劈裂脆性材料的方法，用來劈裂具有一端部的脆性材料棒條，該劈裂脆性材料的方法包含驅動一刀片

通過該棒條以從該棒條形成一劈出的切片，及使該棒條的該端部在劈裂期間與一曲線狀表面接合，以在該劈出的切片於劈裂期間彎曲離開該刀片時支撐該劈出的切片。

35.如申請專利範圍第 34 項所述的劈裂脆性材料的方法，進一步包含在該刀片正被驅動通過該棒條的同時樞轉該曲線狀表面。

36.如申請專利範圍第 35 項所述的劈裂脆性材料的方法，其中該刀片在正被驅動通過該棒條的同時於一方向行進，且其中該曲線狀表面在該樞轉步驟期間繞一樞轉點樞轉，該劈裂脆性材料的方法進一步包含在該刀片正被驅動通過該棒條的同時，將該樞轉點於與該刀片行進的該方向平行的方向移動。

37.如申請專利範圍第 34 項所述的劈裂脆性材料的方法，其中該刀片在正被驅動通過該棒條的同時於一方向行進，該劈裂脆性材料的方法進一步包含在該刀片正被驅動通過該棒條的同時，將該曲線狀表面於與該刀片行進的該方向平行的方向移動。

38.一種劈裂脆性材料的設備，用來劈出具有一端部的脆性材料棒條的斷片，該劈裂脆性材料的設備包含可將該棒條的該斷片固持於要被劈出的位置的支撐件；刀片；連接於該刀片以用來驅動該刀片至少部份地通過該棒條以產生該棒條的一劈裂部份的致動器；及用來在劈裂期間接合該棒條的該端部的從動件。

39.如申請專利範圍第 38 項所述的劈裂脆性材料的設

備，其中該刀片具有前導邊緣，及從該前導邊緣延伸離開的凹入曲線狀表面。

40.如申請專利範圍第 39 項所述的劈裂脆性材料的設備，其中該刀片的該凹入曲線狀表面設置有一曲線，並且該從動件具有凸出曲線狀表面，該凸出曲線狀表面設置有接近該刀片的該凹入曲線狀表面的該曲線的一曲線。

41.如申請專利範圍第 40 項所述的劈裂脆性材料的設備，其中該從動件具有附加凸出曲線狀表面，及從該凸出曲線狀表面延伸至該附加凸出曲線狀表面的徑向延伸表面。

42.如申請專利範圍第 41 項所述的劈裂脆性材料的設備，其中該棒條的該劈裂部份具有一厚度，並且該凸出曲線狀表面具有第一半徑，且該附加凸出曲線狀表面具有第二半徑，該第二半徑以接近該棒條的該劈裂部份的該厚度的差異小於該第一半徑。

43.如申請專利範圍第 39 項所述的劈裂脆性材料的設備，其中該棒條的該劈裂部份具有一厚度，且該從動件包含可移動構件及被該可移動構件驅策抵靠該棒條的至少一材料層，該至少一材料層具有設置有第一厚度的第一部份及設置有第二厚度的第二部份，該第二厚度以接近該棒條的該劈裂部份的該厚度的差異小於該第一厚度。

44.如申請專利範圍第 43 項所述的劈裂脆性材料的設備，其中該可移動構件為可繞一旋轉軸線旋轉的構件。

45.如申請專利範圍第 43 項所述的劈裂脆性材料的設

備，其中該致動器於一行進方向驅動該刀片，而該可移動構件為可於平行於該刀片的該行進方向的方向平移的構件。

46.如申請專利範圍第 43 項所述的劈裂脆性材料的設備，其中該至少一材料層包含彈性體層。

47.如申請專利範圍第 40 項所述的劈裂脆性材料的設備，其中該棒條的該端部具有橫向於該棒條延伸的平面狀表面，而該從動件包含從該凸出曲線狀表面延伸且平行於該棒條的該端部的該平面狀表面的平面狀表面。

48.如申請專利範圍第 38 項所述的劈裂脆性材料的設備，其中該脆性材料棒條具有與該端部相反的另一端部，並且該劈裂脆性材料的設備包含可接合該棒條的該另一端部的附加從動件。

49.一種劈裂脆性材料的設備，用來劈出脆性材料棒條的斷片，該劈裂脆性材料的設備包含可將該棒條的該斷片固持於要被劈出的位置的支撐件；具有前導邊緣及從該前導邊緣延伸離開的凹入區域的刀片；及連接於該刀片以用來驅動該刀片至少部份地通過該棒條以產生該棒條的一劈裂部份的致動器。

50.如申請專利範圍第 49 項所述的劈裂脆性材料的設備，其中該凹入區域是由凹入曲線狀表面形成。

51.一種劈裂設備，包含具有要被劈出的斷片的脆性材料棒條；可將該棒條的該斷片固持於要被劈出的位置的支撐件；刀片；及連接於該刀片以用來驅動該刀片至少部

份地通過該棒條以產生該棒條的一劈裂部份的致動器。

52.如申請專利範圍第 51 項所述的劈裂設備，進一步包含用來在劈裂期間接合該棒條的端部的從動件。

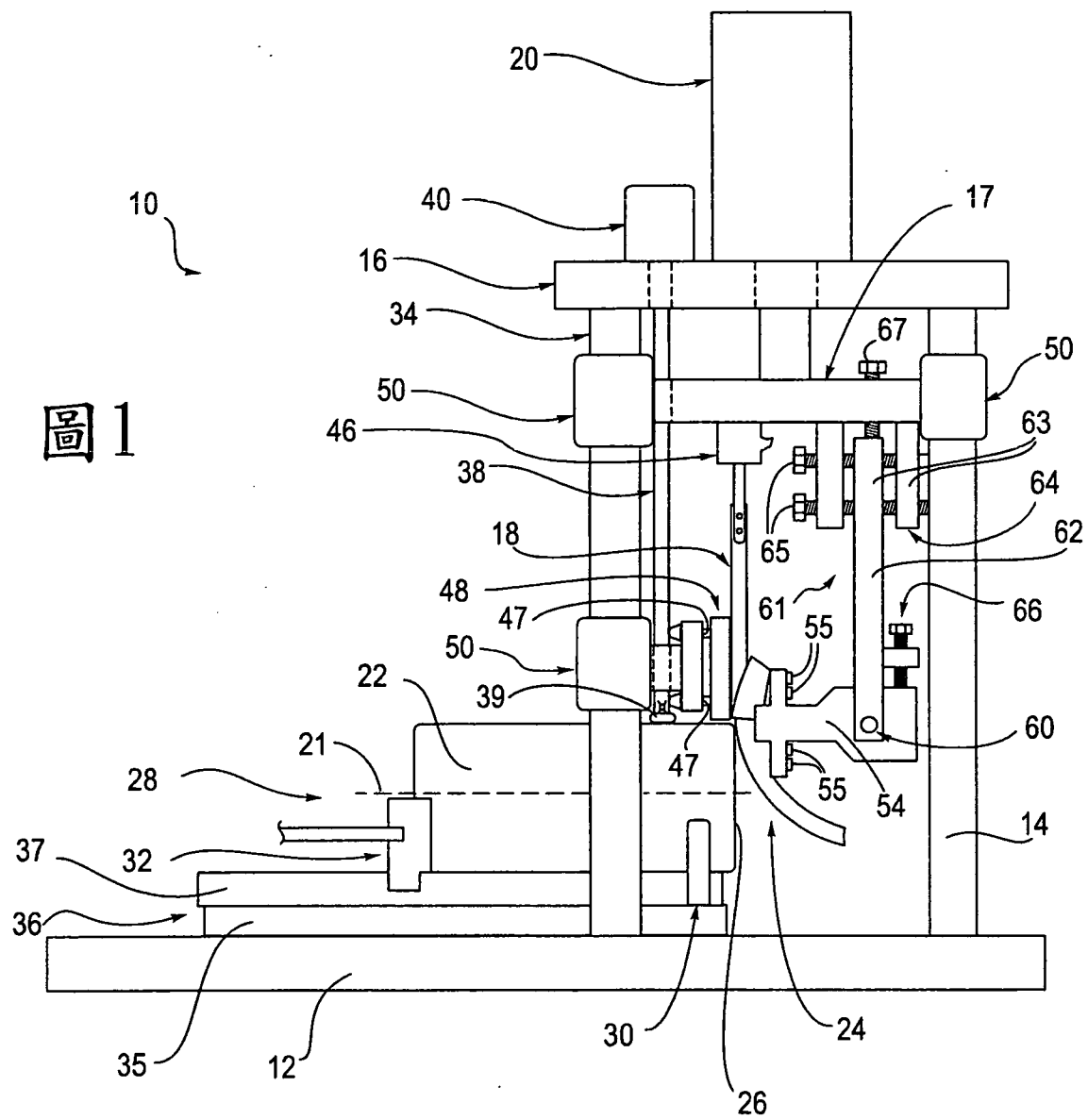


圖 2

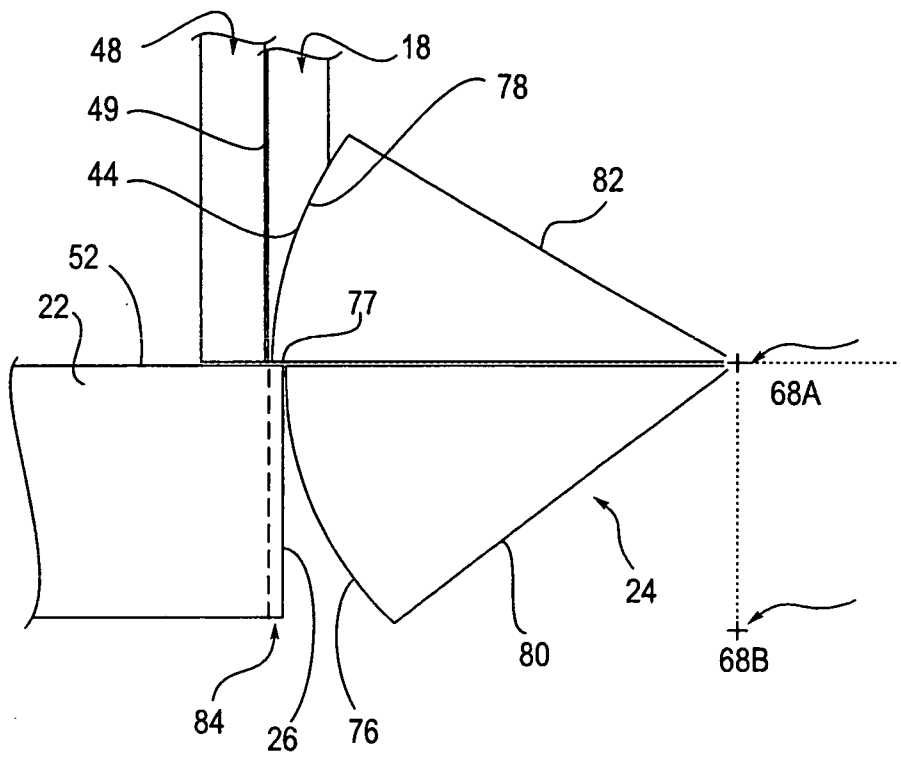


圖 3

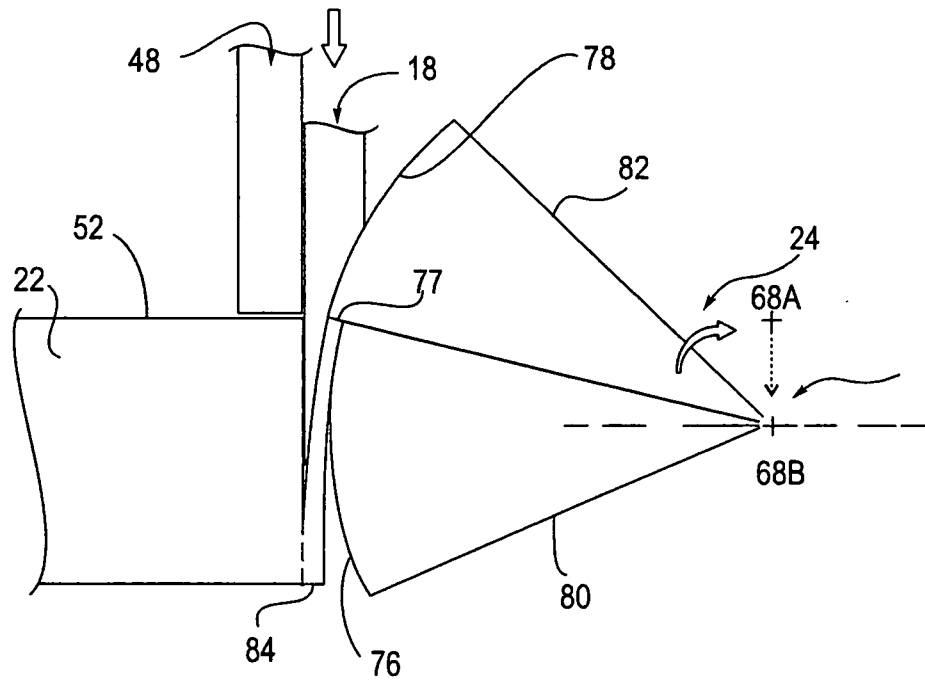


圖 4

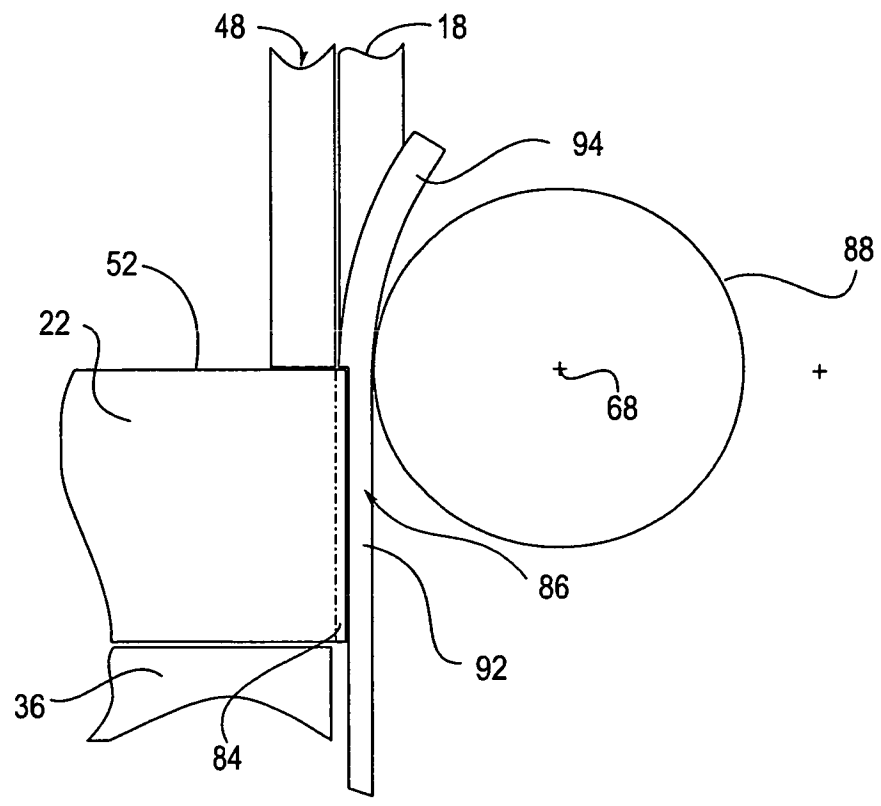


圖 5

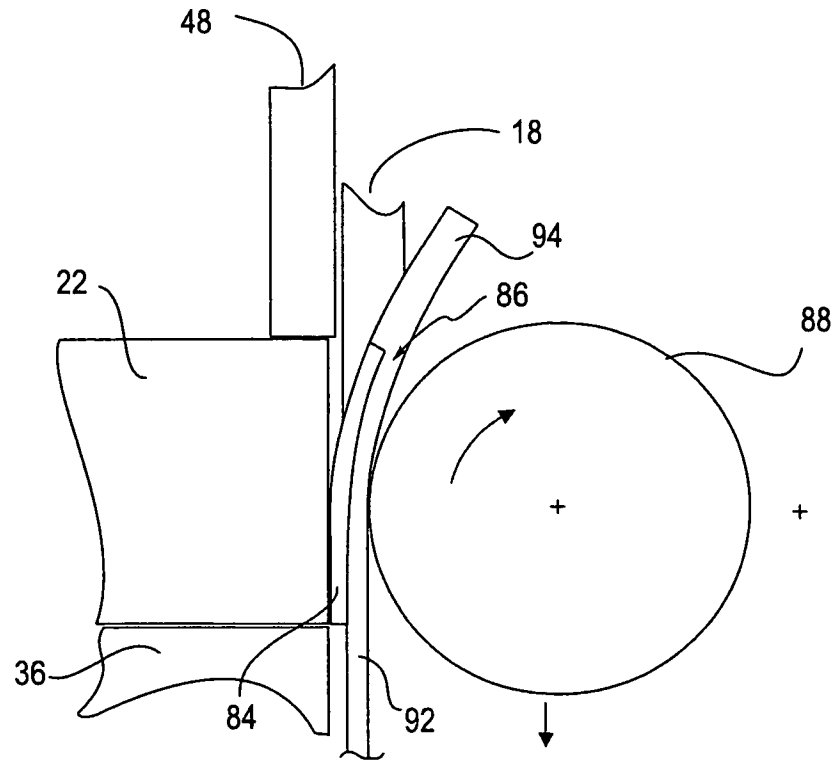


圖 6

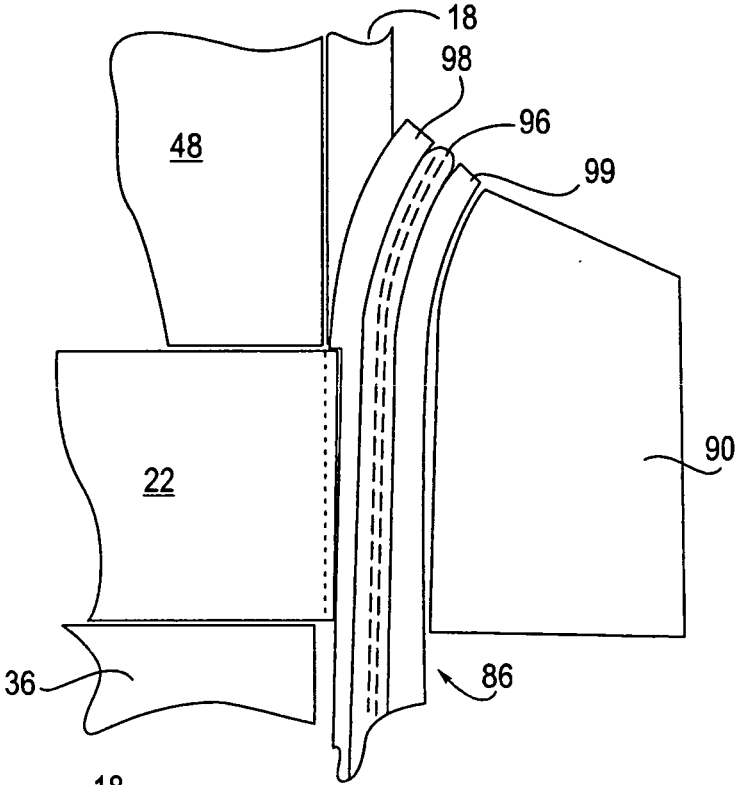


圖 7

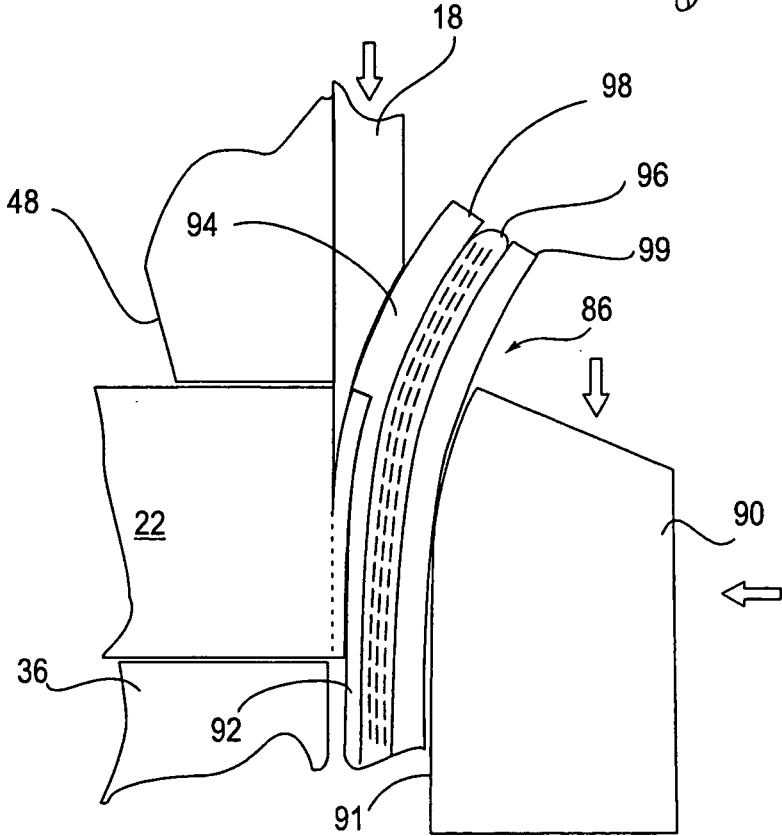


圖 8

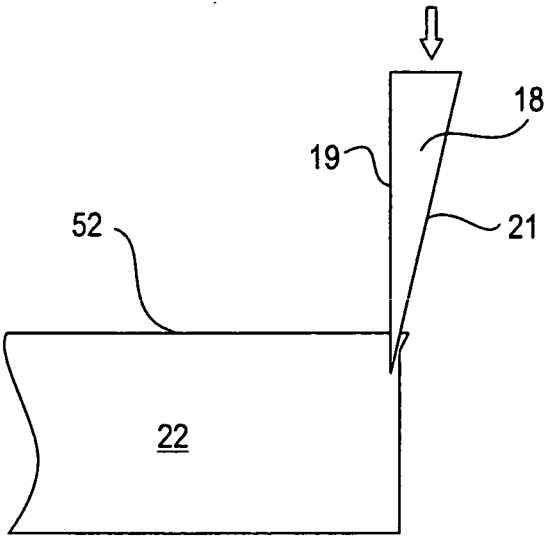


圖 9

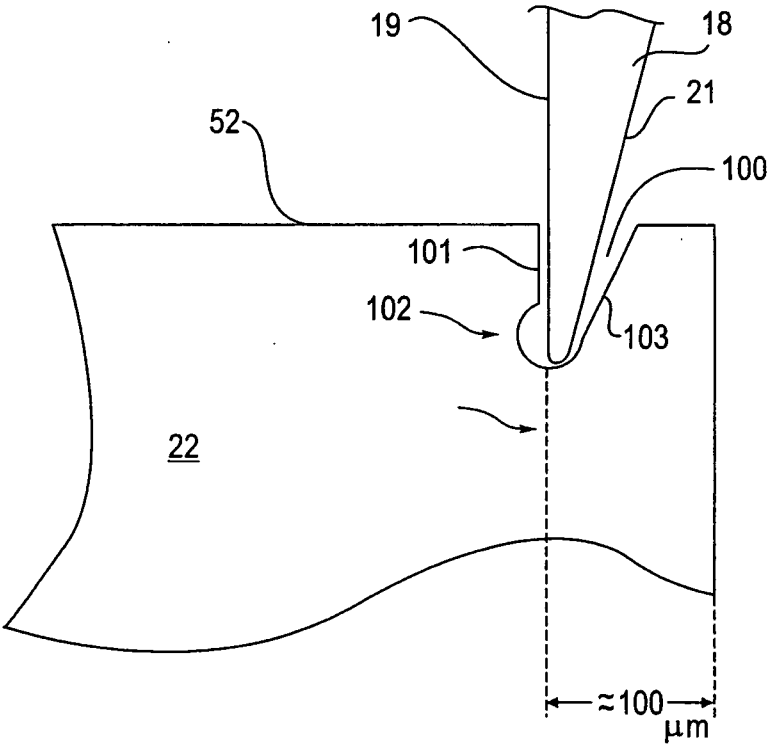


圖 10

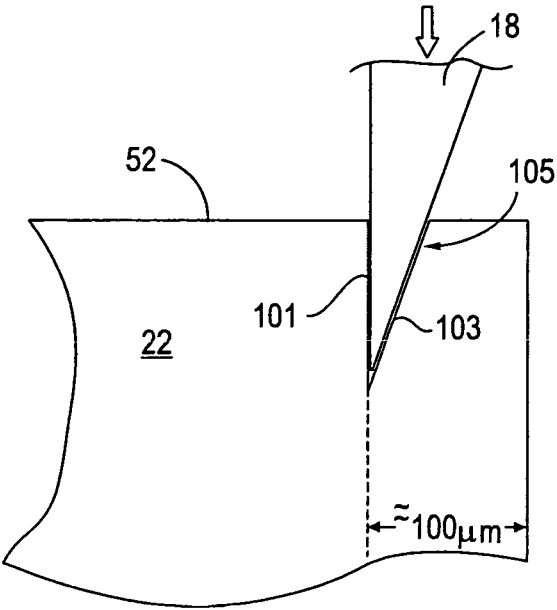


圖 11A

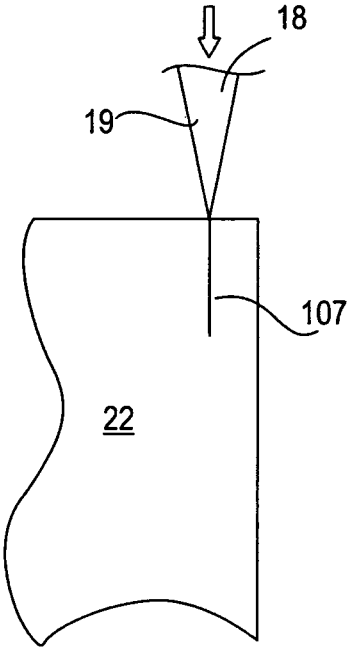


圖 11B

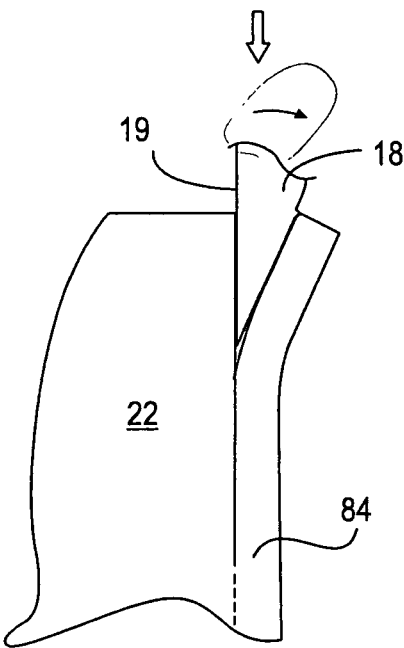


圖 12A

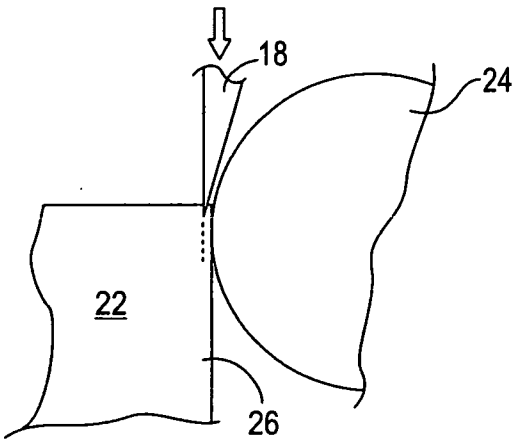


圖 12B

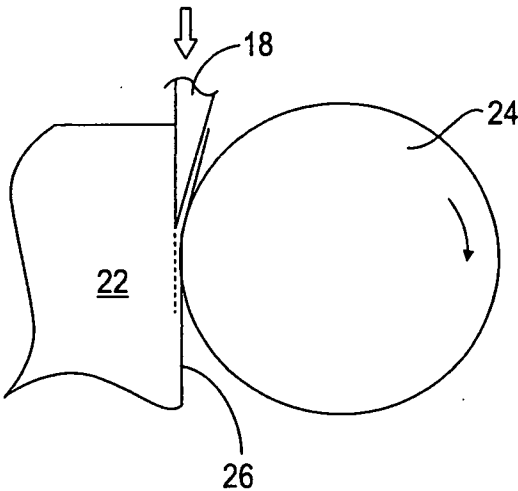


圖 15

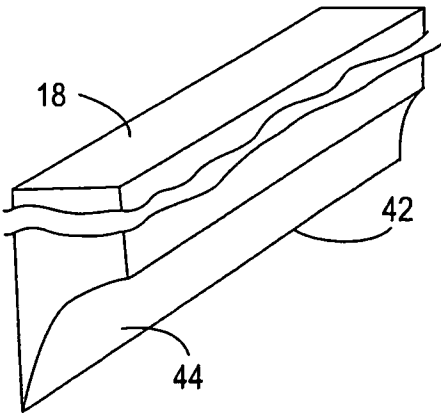


圖 13A

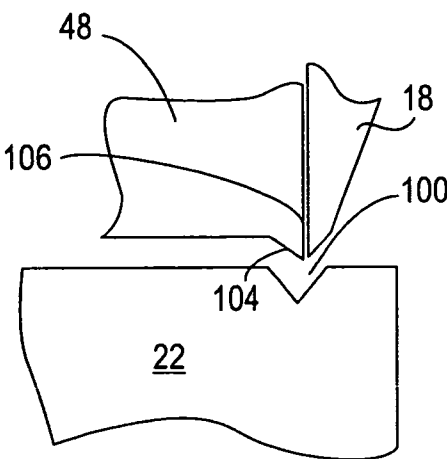


圖 13B

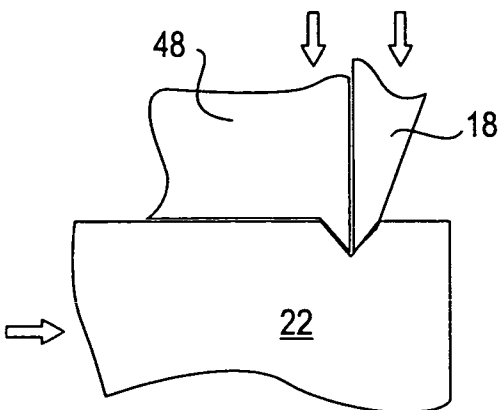


圖 13C

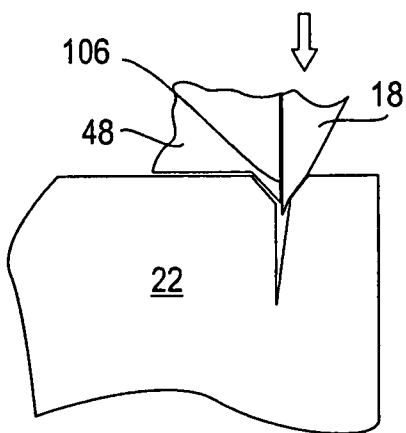


圖 13D

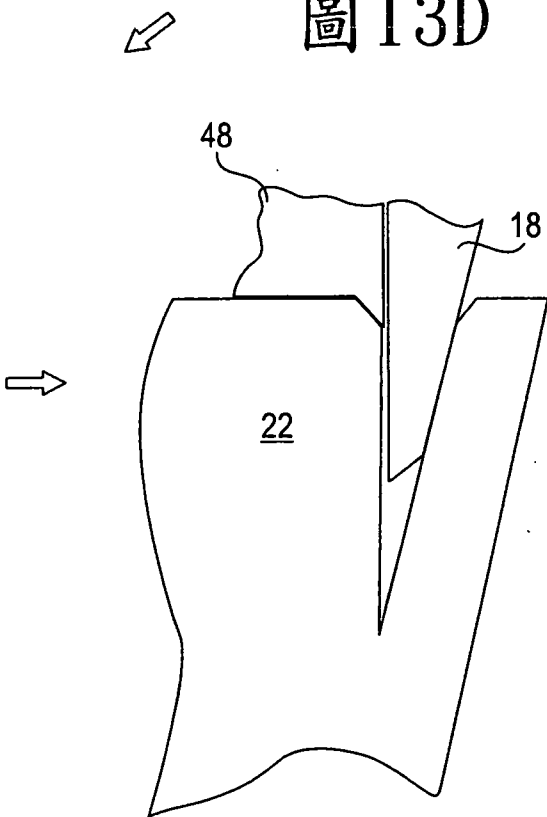


圖 14A

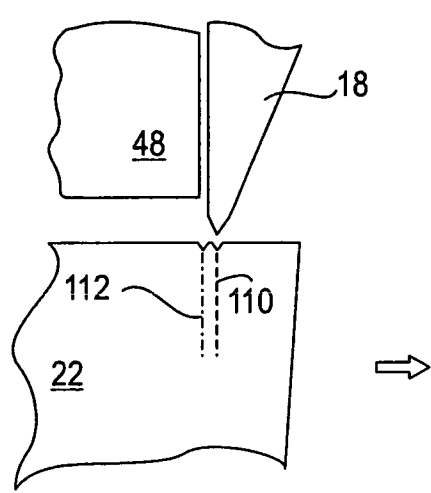


圖 14B

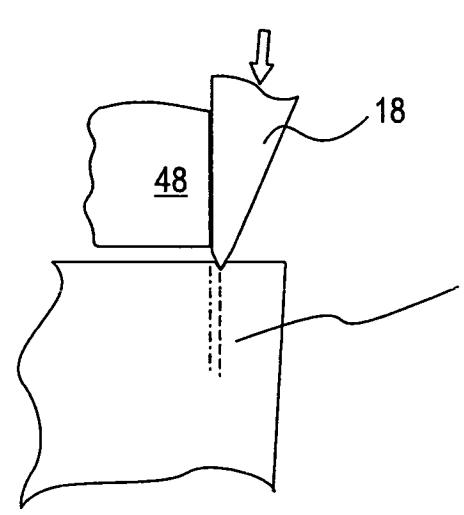


圖 14C

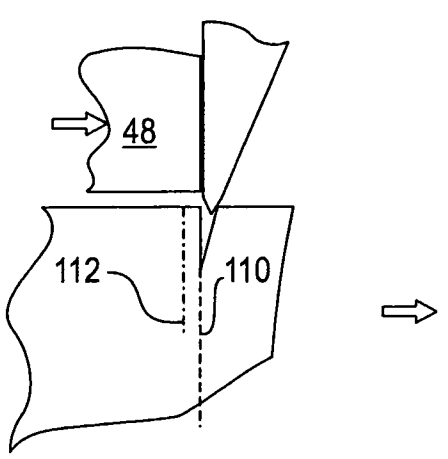


圖 14D

