

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：96138896

※申請日期：96年10月17日

※IPC分類：B28D 1/24 (2006.01)

一、發明名稱：

B26F 3/00 (2006.01)

(中) 圓盤形切削工具及切削裝置
(英)

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 大西一正

(英) OHNISHI, KAZUMASA

代表人：(中)

(英)

地 址：(中) 日本國新潟縣長岡市花園東二丁目一二一—三五

(英) 121-35, Hanazonohigashi 2-chome, Nagaoka-shi, Niigata, 940-0846 Japan

國籍：(中英) 日本

JAPAN

三、發明人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 大西一正

(英) OHNISHI, KAZUMASA

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

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. 日本 ; 2006/10/17 ; 2006-308423 ☒ 有主張優先權

2. 日本 ; 2007/01/04 ; 2007-023521 ☒ 有主張優先權

3. 日本 ; 2007/03/13 ; 2007-103282 ☒ 有主張優先權

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：96138896

※申請日期：96年10月17日

※IPC分類：B28D 1/24 (2006.01)

B26F 3/00 (2006.01)

一、發明名稱：

(中) 圓盤形切削工具及切削裝置
(英)

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 大西一正

(英) OHNISHI, KAZUMASA

代表人：(中)

(英)

地 址：(中) 日本國新潟縣長岡市花園東二丁目一二一—三五

(英) 121-35, Hanazonohigashi 2-chome, Nagaoka-shi, Niigata, 940-0846 Japan

國籍：(中英) 日本

JAPAN

三、發明人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 大西一正

(英) OHNISHI, KAZUMASA

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

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. 日本 ; 2006/10/17 ; 2006-308423 ☒ 有主張優先權

2. 日本 ; 2007/01/04 ; 2007-023521 ☒ 有主張優先權

3. 日本 ; 2007/03/13 ; 2007-103282 ☒ 有主張優先權

九、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明是關於圓盤形切削工具及切削裝置。

【先前技術】

以往，為進行以玻璃、矽、四氮化三矽、氧化鋁 TiC（含碳化鈦氧化鋁）、稀土磁鐵材料或者超硬金屬為代表的硬且脆的材料所形成的加工對象物，廣泛地運用具備圓盤形切削刀具的切削裝置。該切削裝置中，一邊旋轉圓盤形的切削刀具，一邊使其外圍緣部的刀尖接觸加工對象物進行加工對象物的切削（例如，裁斷或者開槽）。

日本專利文獻 1 揭示有具備圓盤形切削刀具（裁斷刀具）與固定在其表面的圓環狀超音波振子所構成圓盤形切削工具（圓盤形刀具）的切削裝置。該切削裝置中，記載著圓盤形切削工具與切削刀具一邊同時轉動，一邊賦予刀具以超音波振子所產生的超音波震動，使賦予該超音波震動的刀具外圍緣部的刀尖接觸加工對象物，藉此進行加工對象物的切削。並且，同一文獻的切削工具對於其切削刀具賦予超音波震動，可以高精度切削加工對象物。

專利文獻：日本特開 2004-291636 號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之課題]

如專利文獻 1 的切削工具表示，對於切削刀具賦予超

音波震動的場合，期待可以使切削刀具的外圍緣部的刀尖在刀具的徑向以大的振幅進行超音波震動。切削刀具的刀尖以大的振幅在刀具的徑向進行超音波震動時可降低切削阻力，抑制進行切削時與切削刀具摩擦所產生加工對象物的發熱及熱膨脹，因此可以高精度切削加工對象物。

本發明的課題為提供可以大的振幅使切削刀具的刀尖在刀具的徑向進行超音波震動的圓盤形切削工具及切削裝置。

[解決課題用的手段]

本發明為具備中央具有圓孔的圓盤形切削刀具，及具有在上述刀具的至少一方側的表面上與刀具同軸固定，比刀具的直徑小的外徑與比上述圓孔的直徑大的內徑的連續或不連續的環狀超音波振子所構成，上述切削刀具在比環狀超音波振子的內周緣更內周圍側在刀具厚度的方向延伸，與連續或不連續的環狀空氣相空間的介面所構成超音波反射面的圓盤形切削工具。

本發明的切削工具的比佳樣態是如下述。

(1) 環狀的空氣相空間為在相對於刀具的軸呈軸對稱，彼此經由非空間部橫跨刀具所形成的複數個弧形的空氣相空間所構成。最好是在上述各非空間部的內周圍側形成橫跨刀具的其他弧形的空氣相空間，構成追加的超音波反射面。

(2) 環狀的空氣相空間是彼此經由非空間部橫跨刀

具所形成的複數個圓形或者多角形的空氣相空間所構成。最好是在上述各非空間部的內周圍側形成橫跨刀具的其他圓形或多角形的空氣相空間，構成追加的超音波反射面。

(3) 環狀的空氣相空間為在相對於刀具的軸呈軸對稱，彼此經由非空間部橫跨支撐板所形成的相對於各個刀具的半徑方向傾斜的複數個開縫狀的空氣相空間所構成。

(4) 環狀的空氣相空間是藉環狀多孔質材料所構成。

(5) 環狀的空氣相空間為從刀具的一方表面超過厚度的 $1/2$ 延伸的環狀溝槽所構成。最好是在上述環狀溝槽的內周圍側，更形成從刀具的另一方表面超過厚度的 $1/2$ 延伸，構成追加的超音波反射面的環狀溝槽。

(6) 環狀的超音波振子為彼此隔開間隔而配置的複數個超音波振子片所構成，鄰接的超音波振子片之間的刀具上形成有空氣相空間。

本發明並且為包含中央具備圓孔的圓盤形切削刀具及在接近上述圓孔周緣的位置保持切削工具的轉軸的切削裝置，上述圓盤形切削工具為中央具備圓孔的圓盤形切削刀具及在上述刀具的至少一方側的表面與刀具同軸固定，具有比刀具直徑小的外徑與比上述圓孔的直徑大的連續或不連續的環狀超音波振子所構成，並且，上述刀具，具備：在比環狀超音波振子的內周緣更內周圍側且比轉軸所保持的位置更外圍側在刀具的厚度方向延伸，與連續或不連續的環狀空氣相空間的介面所構成超音波反射面之切削工具

的切削裝置。

本發明切削裝置所使用切削工具的較佳實施樣態是如上述。

再者，本說明書所稱的「切削刀具的厚度方向」包含相對於切削刀具的表面相對於垂直方向形成 20 度以內（最好是 10 度以內）角度的方向。

[發明效果]

本發明的圓盤形切削工具及切削裝置，由於是以大的振幅使其切削刀具的刀尖在刀具的徑向超音波震動，因此可以高精度切削加工對象物。

【實施方式】

首先，一邊參閱添附圖示說明本發明的圓盤形的切削工具如下。第 1 圖是表示本發明切削工具的構成例的上視圖，並且第 2 圖為沿著記入在第 1 圖的裁斷線 I-I 線裁斷的切削工具 10 的剖視圖。

第 1 圖及第 2 圖表示的切削工具 10 為中央具備圓孔 11 的圓盤形切削刀具 12；與刀具 12 同軸固定在刀具 12 的各側表面的具有比刀具 12 的直徑小的外徑與比圓孔 11 的直徑大的內徑的連續環狀超音波振子 14 所構成。並且上述的切削刀具 12，具備：在比各個環狀超音波振子 14 的內周緣更內周圍側朝著刀具 12 的厚度方向延伸，與不連續環狀空氣相空間（形成在刀具 12 的四個弧形長孔

15、15、15、15 的內部的空氣相空間) 的介面所成的超音波反射面 16。

第 1 圖及第 2 圖表示的切削工具 10 的構成除了在切削刀具 12 具備超音波反射面 16 以外與上述專利文獻 1 的切削工具相同。

亦即，切削工具 10 使用的切削刀具 12，例如使用在圓鋸、圓盤形基板的外圍緣部固定有研磨粉的切削刀具為代表的習知的圓盤形切削刀具上，藉著超音波反射面 16 (亦即，構成超音波反射面 16 用的四個弧形長孔 15、15、15、15) 的形成可以簡單地製作。再者，作為在切削刀具 12 形成超音波反射面 16 (亦即，各個的弧形長孔 15) 的方法的代表例，可舉例如切削加工法及雷射加工法。

上述切削刀具的圓盤形基板是例如鋁、鈦、鐵、鋁合金或不銹鋼等的金屬材料所形成。

研磨粉是例如使用鑽石粒子、氧化鋁粒子、矽粒子、氧化鐵粒子、氧化鉻粒子或者是立方晶氮化硼 (CBN) 粒子等。通常，研磨粉的平均粒徑是設定在 0.1 至 50 μm 範圍內的值。

研磨粉例如以含研磨粉的鍍槽在圓盤形的基板上電鍍處理，藉此固定 (電極沉積) 在圓盤形基板的外圍緣部。研磨粉也可以使用黏合樹脂 (例如，酚醛樹脂) 固定在圓盤形的基板上。

並且，第 1 圖及第 2 圖表示切削工具 10 的場合，是

在切削刀具 12 的各表面上與刀具 12 同軸固定有連續的環狀超音波振子 14。環狀超音波振子 14，其外徑是設定在小於切削刀具 12 直徑（外徑）的值，並且其內徑是設定在大於切削刀具 12 的圓孔 11 的直徑（內徑）的值。

作為環狀超音波振子 14 是例如使用在圓環板狀的壓電體的各個表面附設有電極所構成的壓電振子。壓電振子在其兩表面的電極間藉著電能（例如，交流電壓）的賦予產生超音波振動。

第 2 圖表示的各個超音波振子（壓電振子）14 的壓電體，通常是在其厚度方向（第 2 圖的左右方向）且朝著切削刀具 12 的方向進行分極處理。

壓力體的材料例可舉例如鋇酸鈦酸鉛的壓電陶瓷材料及聚偏氟乙烯樹脂為代表的壓電高分子材料。並且，電極的材料例可舉例如銀或磷青銅等的金屬材料。

超音波振子 14 例如使用環氧樹脂等習知的黏著劑固定在切削刀具 12 的表面上。黏著劑也可以使用電絕緣性的黏著劑，也可以使用導電性黏著劑。使用導電性黏著劑時，可對於各個超音波振子 14 的切削刀具 12 側的電極經由刀具 12 容易地供給電能。

切削工具 10 是與上述專利文獻 1 的切削工具的場合相同，例如在保持於馬達的轉軸周圍的狀態使用。

具體而言，首先驅動上述的馬達，轉動保持著切削工具 10 的轉軸。接著，對於切削工具 10 的超音波振子 14、14 供給電能，藉著各個超音波振子 14 產生在振子 14 的徑

向震動的超音波震動。將此超音波震動賦予切削刀具 12，使刀具 12 在其徑向超音波震動。亦即，切削刀具 12，其直徑一邊重複擴大接著縮小的位移一邊超音波震動。並且，如上述使一邊超音波震動旋轉的切削刀具 12 的外圍緣部的刀尖接觸加工對象物，藉此進行加工對象物的切削（例如，裁斷或者開槽）。

並且，第 1 圖及第 2 圖表示切削工具 10 的切削刀具 10，具備在比各個環狀超音波振子 14 的內周緣更內周圍側朝著刀具 12 的厚度方向延伸，與不連續環狀的空氣相空間（形成在刀具 12 的四個弧形長孔 15、15、15、15 內部的空氣相空間）的介面所構成的超音波反射面 16。

一般，不同的兩種物質彼此接觸形成介面的場合，各個物質的固有聲阻抗的值彼此大為不同時，在一方的物質中朝向另一方物質傳達的聲波的大部份為上述介面所反射，另一方的物質中幾乎不會傳達為人所熟知。上述的聲阻抗是以物質的密度與該物質中音速的乘積來決定。並且，固體與氣體由於兩者密度的值，即聲阻抗的值彼此大為不同，因此固體中傳達聲波的大部份為固體與氣體的介面所反射而幾乎不會傳達到氣體中。

亦即，切削工具 10 的切削刀具 12 具備的超音波反射面 16 為刀具（固體）12 與四個弧形長孔 15、15、15、15 內部的空氣相空間（氣體）的介面所構成，如上述為反射超音波（聲波）大部份的面。

因此，如上述切削加工時，從環狀超音波振子 14、14

分別賦予切削刀具 12，使刀具 12 在其徑向震動的超音波震動，即傳達到刀具 12 徑向的超音波震動一旦到達上述的超音波反射面 16 時，其大部份為超音波反射面 16 所反射傳達到刀具 12 的外圍側，幾乎不傳達到比刀具 12 的超音波反射面 16 更內周圍側的部份。

在接近切削刀具 12 的圓孔 11 周緣的位置將該切削工具 10 保持在轉軸上時，進行切削加工時超音波振子 14、14 產生的超音波震動幾乎不會傳達到比刀具 12 的超音波反射面 16 更內周圍側的部份，及保持刀具 12 的轉軸上。

因此，各個超音波振子 14 產生的超音波震動（超音波震動具有的能源）可有效利用在使刀具 12 的超音波反射面 16 更外圍側部份（具有刀尖的部份）的震動。

上述切削工具 10 雖然是根據使用切削刀具 12 的尺寸，但是即使對於各個超音波振子 14 例如施加 100V 以下低電壓的交流電壓的場合，仍可以使刀具 12 外圍緣部的刀尖（比超音波反射面 16 更外圍側的部份）以 $5\mu\text{m}$ 程度以上大的振幅在刀具 12 的徑向超音波震動。另一方面，除了使用不具備上述超音波反射面 16（即弧形長孔 15、15、15、15）的切削刀具以外，具有與切削刀具 10 相同構成的切削工具的場合，其切削刀具的刀尖的超音波震動的振幅值是顯示上述本發明切削工具 10 所表示振幅值的大約十分之一以下的小值。

因此，使用本發明的切削工具，進行切削加工時切削刀具的刀尖以大的振幅在刀具的徑向超音波震動使得切削

阻力降低，可抑制與切削刀具摩擦產生加工對象物的發熱及熱膨脹，因此可以高的精度切削加工對象物。

又，上述超音波反射面 16 與刀具 12 厚度方向延伸的環狀空氣相空間的介面，即相對於刀具 12 的表面大致垂直的面。因此，各個超音波振子 14 產生的朝著刀具 12 的徑向傳達的超音波震動相對於刀具 12 的表面以大致垂直的超音波反射面 16 所反射的場合，沿著與刀具 12 表面平行的面傳達到刀具 12 的外圍側。亦即，相對於刀具 12 的表面呈傾斜方向傳達的超音波震動的產生困難。

如果，超音波反射面相對於刀具表面的垂直方向具有大角度的面時，超音波震動為該超音波反射面所反射朝著相對於刀具的表面呈傾斜方向傳達。相對於以上刀具的表面呈傾斜方向傳達的超音波震動由於例如在刀具產生撓曲震動（具有在刀具厚度方向震動的震動成分的震動），因此會使得切削刀具的刀尖在刀具的厚度方向形成大的震動。因此，加工對象物被以大於刀具的刀尖厚度更大的振幅所切削而使得其切削加工的精度降低，或者切削加工對象物裁斷成複數個製品的場合，會使得切削所除去的加工對象物的量增加而降低加工的精度（從同一尺寸加工對象物所獲得製品的個數）。

本發明的切削工具中，環狀的空間相空間是以相對於刀具的軸呈軸對稱彼此經由非空間部橫跨刀具所形成的複數個弧形的空間相空間所構成爲佳。

例如，第 1 圖及第 2 圖表示的切削工具 10 中，環狀

的空間相空間是以相對於切削刀具 12 的軸呈軸對稱彼此經由非空間部 18 橫跨刀具 12 所形成的四個弧形的空間相空間（弧形長孔 15、15、15、15 內部的空氣相空間）所構成。亦即，切削工具 10 的切削刀具 12 具備的超音波反射面 16 是由和各個弧形長孔 15 內部的弧形空氣相空間的介面而成的 4 個反射面 17、17、17、17 所構成。

如上述，彼此經由非空間 18 橫跨刀具 12 所形成的複數個弧形空氣相空間構成環狀的空氣相空間時，藉著上述非空間部 18、18、18、18，使得較切削刀具 12 的超音波反射面 16 更外圍側的部份可穩定支撐在比超音波反射面 16 更內周圍側的部份上。

又，在切削刀具 12 相對於刀具 12 的軸呈軸對稱形成複數個弧形空氣相空間（亦即，例如四個弧形的長孔 15、15、15、15）時，切削工具 10 的重心被定位在刀具 12 的中心軸上。因此，切削工具 10 一邊超音波震動其切削刀具 12，例如以數千～數萬旋轉的高速轉動的場合仍可顯示高旋轉精度，因此可實現高的加工精度。與此相反，在切削刀具相對於刀具的軸呈非對稱形成複數個弧形空氣相空間時，會使得切削工具的旋轉精度與加工精度降低，極端的場合，切削工具在高速旋轉時，切削刀具在其周圍方向受到不均一的離心力而會有破損之虞。

並且，複數個弧形空氣相空間橫跨切削刀具 12 時，比切削刀具 12 的超音速反射面 16 更外圍側的部份與內周圍側的部份，兩者之間在間隔著空氣相空間（各個長孔 15

內部的空氣相空間)的狀態下彼此分離。因此，各個超音波振子 14 產生的超音波震動幾乎不會傳達到比切削刀具 12 的超音波反射面 16 更內周圍側的部份，且保持刀具 12 的轉軸。

再者，本發明的切削工具的切削刀具，其直徑方向具備兩個以上與環狀空氣相空間的介面的場合，例如第 1 圖的切削工具 10，切削刀具 12 在其直徑方向具備與環狀空氣相空間（四個弧形長孔 15、15、15、15 內部的空氣相空間）的介面 16 與介面 16a 的場合，超音波反射面是意味著位在刀具 12 的最外圍側的介面（亦即介面 16）。

上述的介面 16a 是將刀具 12 外圍側的部份傳達到環狀空氣相空間的極些微量的超音波震動反射到刀具 12 的外圍側，因此超音波振子 14 產生的超音波震動傳達到刀具 12 的內周圍側部份及轉軸更為困難。超音波振子 14 產生的超音波振子一旦傳達至轉軸時，會因此有使得支撐超音波震動的轉軸之軸承耐久性降低的傾向。

介面 16a 並將由轉軸傳達到切削刀具 12 內周圍側部份的外部震動（雜波）反射到刀具 12 的內周圍側，因此以上外部震動傳達到刀具 12 的外圍側部份困難。上述外部震動一旦傳達到切削刀具 12 的外圍側部份（具有刀尖的部份）時，刀具的刀尖，例如會有在刀具的厚度方向震動而降低切削加工精度的場合。

接著，針對本發明的切削裝置說明如下。第 3 圖是表示具備第 1 圖及第 2 圖的本發明切削裝置的構成例的剖視

圖。

第 3 圖的切削裝置 30 是在中央具備圓孔 11 的圓盤形切削工具 10 及以接近上述圓孔 11 周緣的位置（比切削刀具 12 的超音波反射面 16 更內周圍側的位置）保持切削工具 10 的轉軸 32 等所構成。該切削裝置 30 具備的圓盤形切削工具 10 為中央具備圓孔 11 的圓盤形切削刀具 12 及在刀具 12 的各側表面與刀具 12 同軸固定，具有小於刀具 12 直徑的外徑與大於上述圓孔 11 直徑的內徑的連續環狀超音波振子 14 所構成，並且切削刀具 12 具備在比各個環狀超音波振子 14 的內周圍更內周圍側且藉著比轉軸 32 所保持的位置更外圍側朝著刀具 12 的厚度方向延伸，與不連續的環狀空氣相空間（形成在刀具 12 的四個弧形長孔 15 內部的空氣相空間）的介面所構成的超音波反射面 16。

切削裝置 30 的轉軸 32 具備在其周圍保持上述切削工具 10 用的保持件 33。該保持件 33 在轉軸 32 的周圍使用螺栓 37 所固定，切削工具 10 側具備有環狀突起 34a 的突緣 34 的套筒 36 及套筒 36 的周圍使用螺帽 38 所固定，切削工具 10 的一側具有環狀的突起 35a 等所構成。保持件 33 是例如鈦或者不銹鋼為代表的金屬材料所形成。

如第 3 圖表示，切削裝置 30 的轉軸 32 藉著其保持件 33 具備的一對環狀突起 34a、35a，將切削工具 10 以接近切削刀具 12 的圓孔 11 的位置（比刀具 12 的超音波反射面 16 更內周圍側的位置）保持。

又，切削裝置 30 具備有電源 21 及旋轉變壓器 22。旋轉變壓器 22 具備沿著轉軸 32 的周圍方向呈環狀捲繞的線圈 23a 的環狀供電單元 23，及具備同樣的線圈 24a 的環狀電力接受單元 24 所構成。

如第 3 圖表示，上述的環狀供電單元 23 是例如在轉軸 32 的周圍與轉軸 32 呈非接觸配置的狀態下，固定在馬達 31 主體的端面上。並且環狀的電力接受單元 24 是例如被固定在安裝於馬達 31 的轉軸 32 的套筒 36 的周圍。

使用以上的旋轉變壓器 22，可以將供給至供電單元 23 的線圈 23a 的電能（例如，交流電壓）供給到轉動中的電力接受單元 24 的線圈 24a。旋轉變壓器 22 記載於多數的文獻（例如，上述的專利文獻 1）而為習知，因此省略其動作原理與功能的有關詳細說明。並且，也可以使用滑環來代替旋轉變壓器 22。

並且將電源 21 產生的電能（例如，交流電壓）經由配電線 25a、25b 賦予供電單元 23 的線圈 23a 時，該電能被傳達到電力接受單元 24 的線圈 24a，經連續在該線圈 24a 的配電線 26a、26b 賦予各個超音波振子 14。藉著該電能的賦予，使各個超音波振子 14 產生超音波震動。再者，各個超音波振子 14 的切削板 12 側的電極與電力接受單元 24 的線圈 24a 是經由上述的配電線 26a、套筒 36 及刀具 12 彼此形成電連接。

該切削裝置 30 中，例如根據以下的順序進行加工對象物的切削（裁斷或開槽）。

首先，驅動馬達 31 使保持著切削工具 10 的轉軸 32 轉動。接著將電源 21 產生的電能經由配電線 25a，25b、旋轉變壓器 22、配電線 26a，26b 賦予各個超音波振子 14，藉此以各個超音波振子 14 產生在振子 14 的徑向震動的超音波震動。該超音波震動賦予切削刀具 12，使刀具 12 在其徑向超音波震動，並且，使上述一邊超音波震動一邊轉動的切削刀具 12 外圍緣部的刀尖接觸加工對象物，進行加工對象物的切削（例如，裁斷或開槽）。

第 3 圖的切削裝置 30 中，切削工具 10 在接近刀具 12 的圓孔位置（比刀具 12 的超音波反射面 16 更內周圍側的位置），藉著馬達 31 的轉軸 32 具備的保持件 33 所保持。

因此，進行切削加工時超音波振子 14、14 產生的超音波震動，其大部份為超音波反射面 16 所反射而傳達到刀具 12 的外圍側，幾乎不會傳達到比刀具 12 的超音波反射面 16 更內周圍側的部份，且保持著刀具 12 的轉軸 32。

因此，以超音波振子 14、14 產生的超音波震動可有效利用在使得較切削刀具 12 的超音波反射面 16 更外圍側部份（具有刀尖的部份）的震動。

第 4 圖是表示本發明切削工具的其他構成例的剖視圖。

第 4 圖的切削工具 40 的構成是在比各個超音波振子 14 的內周圍緣更外圍側的位置具備切削刀具 42 在比各個環狀超音波振子 14 的內周緣更內周圍側朝著刀具 42 的厚

度方向延伸，與不連續的環狀空氣相空間（亦即，刀具 42 彼此經由非空間部所形成的總計四個弧形長孔 45、45～內部的空氣相空間）的介面所構成的超音波反射面 46 以外是與第 1 圖及第 2 圖表示的切削工具 10 相同。

如上述，本發明切削工具的切削刀具具備的超音波反射面也可以如第 1 圖及第 2 圖表示切削工具 10 的超音波反射面 16，具備於較切削刀具 12 的各個超音波振子 14 內周緣更內周圍側的位置，也可以如第 4 圖表示的切削工具 40 的超音波反射面 46，具備於較切削刀具 42 的各個超音波振子 14 的內周緣更外圍側的位置。但是，後者的超音波反射面，例如第 4 圖表示的切削工具 40 的超音波反射面 46 必須具備於較刀具 42 的各個超音波振子 14 的外圍緣更內周圍側的位置，以對於較切削刀具 42 的超音波反射面 46 更外圍側的部份（具有刀尖的部份）賦予超音波震動。

如第 4 圖的切削工具 40，即使在比切削刀具 42 的各個超音波振子 14 的內周緣更外圍側的位置具備超音波反射面 46 的場合，各個超音波振子 14 產生的超音波震動的大部份為超音波反射面 46 反射到刀具 42 的外圍側。又，由於較切削刀具 42 的各個超音波振子 14 內周緣的更內周圍側存在有空氣相空間（各個弧形長孔 45 內部的空氣相空間），因此各個超音波振子 14 不會接觸較刀具 42 的超音波反射面 46 更內周圍側的部份賦予超音波震動，因此以上的超音波震動不會傳達到保持著刀具 42 的轉軸。

因此，切削工具 40 中，同樣地超音波振子 14、14 產生的超音波震動可有效利用在使得較切削刀具 42 的超音波反射面 46 更外圍側部份（具有刀尖的部份）的震動。

如上述，本發明的切削工具 40 可以使其切削刀具 42 的刀尖在刀具的徑向以大的振幅超音波震動，因此可以高精度切削加工對象物。

第 5 圖是表示本發明切削工具的另外其他構成例的上視圖，並且第 6 圖是沿著記入在第 5 圖的裁斷線 II - II 線裁斷的切削工具 50 的剖視圖。

切削工具 50 的構成是在切削刀具 52 的各非空間部 18 的內周圍側形成橫跨刀具 52 的其他弧形的空氣相空間（各個弧形長孔 55 內部的空氣相空間），構成追加的超音波反射面 56 以外是與第 1 圖及第 2 圖表示的切削工具 10 相同。

亦即，切削工具 50 的切削刀具 52，具備：與橫跨各個刀具 52 的弧形空氣相空間（弧形長孔 15 內部的空氣相空間）的介面構成的複數個反射面 17、17、17、17 所構成的超音波反射面 16，及在各個非空間部 18 的內周圍側橫跨刀具 52 的弧形空氣相空間（弧形長孔 55 內部的空氣相空間）構成的複數個反射面 57、57、57、57 所構成的追加的超音波反射面 56。

切削刀具 52 具備上述追加的超音波反射面 56 時，將構成刀具 52 的超音波反射面 16 的反射面 17 與反射面 17 之間的部份（非空間部 18）朝著刀具 52 內周圍側傳達的

超音波震動的大部份為構成追加之超音波反射面 56 的各個反射面 57 所反射而傳達到刀具 52 的外圍側，因此超音波振子 14、14 產生的超音波震動更不容易傳達到刀具 52 的內周圍側部份，及保持著工具 52 的轉軸上。

如上述，切削工具 50 中，切削刀具 52 周圍方向的整體，並且厚度方向的整體具備有超音波反射面 16 或者超音波反射面 56，因此各個超音波振子 14 產生的超音波震動可極為有效地利用在使刀具 52 的外圍側部份（具有刀尖的部份）的震動。

因此，切削工具 50 可以使其切削刀具 52 的刀尖在刀具的徑向更以大的振幅超音波震動，因此可以極高的精度切削加工對象物。

第 7 圖是表示本發明切削工具的另外的其他構成例的剖視圖。

第 7 圖的切削工具 70 的構成除了使用第 5 圖及第 6 圖表示的切削供具 50 與切削供具 50 的保持件 73 的構成不同以外皆與第 3 圖表示的切削裝置 30 相同。

切削裝置 70 的轉軸 32 具備的保持件 73 為轉軸 32 的周圍使用螺栓 77 所固定，在切削工具 50 側具備有環狀突起 74a 之突緣 74 的套筒 76；及栓入套筒 76 的周圍所固定，在切削工具 50 側具備有環狀突起 75a 之突緣 75 所構成。

該切削工具 70 的轉軸 32 藉著其保持件 73 具備的一對環狀突起 74a、75a，將切削工具 50 保持在接近切削刀

具 52 的圓孔 11 的位置（較刀具 52 的各個超音波反射面更內周圍側的位置）。

並且，上述保持件 73 的突緣 74、75 分別覆蓋切削刀具 52 的各個長孔 15 及各個長孔 55 的開口而朝著外圍側延伸，更在外圍緣部的切削工具側具備接近配置在刀具 52 表面的環狀突起 74b、75b。藉此，例如以數千～數萬旋轉的高速轉動的場合，可以降低以高速轉動各個長孔 15 及各個長孔 55 的內部或其附近產生氣流擾動為原因而產生風切聲等的噪音。

第 8 圖是表示本發明切削工具的另外的其他構成例的上視圖。

第 8 圖切削工具 80 的構成除了環狀空氣相空間為彼此經由非空間部 88 橫跨刀具 82 形成的複數個圓形的空氣相空間（圓形的孔 85 內部的空氣相空間）所構成以外是與第 1 圖及第 2 圖表示的切削工具 10 相同。

亦即，該切削工具 80 的切削刀具 82 的超音波反射面 86 是分別與橫跨刀具的複數個圓形空氣相空間（圓形的孔 85 內部的空氣相空間）的介面構成的複數個反射面 87、87、～所構成。

如上述，本發明的切削工具中，環狀的空氣相空間也可以彼此經由非空間部橫跨刀具形成的複數個圓形（含長圓）或者多角形（最好是三～八角形）的空氣相空間所構成。

第 9 圖是表示本發明切削工具的另外的其他構成例的

上視圖。

第 9 圖的切削工具 90 的構成是環狀的空氣相空間爲彼此經非空間部 98 橫跨刀具 92 形成的複數個六角形的空氣相空間（六角形的孔 95 內部的空氣相空間）所構成，並且在上述各非空間部 98 的內周圍側形成有橫跨刀具 92 的另外六角形的空氣相空間（六角形的孔 95a 內部的空氣相空間）而構成追加的超音波反射面 96a 以外是與第 1 圖及第 2 圖表示的切削工具 10 相同。

亦即，該切削工具 90 的切削刀具 92，具備：與橫跨各個刀具 92 的六角形的空氣相空間（六角形的孔 95 內部的空氣相空間）的介面形成的複數個反射面 97、97～所構成的超音波反射面 96；及在各個非空間部 98 的內周圍側與橫跨刀具的六角形空氣相空間（六角形的孔 95a 內部的空氣相空間）的介面形成的複數個反射面 97a、97a～所構成追加的超音波反射面 96a。

切削刀具 92 由於其內周圍側的部份與外圍側的部份藉由形成在刀具 92 的複數個六角形的孔 95、95～及形成在複數個六角形的孔 95a、95a～周圍的蜂巢構造彼此連接而顯示出高的剛性。因此，可以藉著以高速轉動切削工具 90 時產生的離心力減小切削刀具 92 造成的變形量。因此，切削工具 90 例如即使以數千～數萬旋轉的高速轉動的場合仍可顯示高的旋轉精度，因而可實現高的加工精度。

第 10 圖是表示本發明切削工具的其他構成例

的上視圖。

第 10 圖的切削工具 100 的構成是除了環狀空氣相空間相對於刀具 102 的軸呈軸對稱彼此經由非空間部 108 橫跨刀具 102 所形成之相對於各個刀具 102 的半徑方向傾斜的複數個開縫狀的空氣相空間（開縫狀的孔 105 內部的空氣相空間）所構成以外與第 1 圖及第 2 圖表示的切削工具 10 相同。

亦即，該切削工具 100 具備的切削刀具 102 的超音波反射面 106 是與橫跨各個刀具 102 的複數個開縫狀的空氣相空間（開縫狀的孔 105 內部的空氣相空間）的介面形成的複數個反射面 107、107、～所構成。

如上述，本發明的切削工具中，環狀的空氣相空間也可以彼此經由非空間部橫跨刀具所形成的複數個開縫狀的空氣相空間構成。

第 11 圖是表示本發明切削工具的另外其他構成例的上視圖，並且第 12 圖是沿著記入在第 11 圖的裁斷線Ⅲ-Ⅲ線裁斷的切削工具 110 的剖視圖。

第 11 圖的切削工具 110 的構成除了環狀的空氣相空間為環狀的多孔質材料所構成以外是與第 1 圖及第 2 圖表示的切削工具 10 相同。

該切削工具 110 的切削刀具 112 是例如在刀具 112 的內周圍側部份 112a 與外圍側部份 112b 之間配置多孔質材料製的環 112c，將該等分別彼此藉焊接（或者黏著等）製作。

亦即，該切削工具 110 的超音波反射面 116 是與多孔質材料製的環 112c 的多數個氣泡（空氣相空間）115、115～的介面構成的複數個反射面 117、117～所構成。

如上述，本發明的切削工具也可以由環狀的多孔質材料構成環狀的空氣相空間。

多孔質材料的代表例可舉例如作為吸音材或絕熱材使用的多孔質金屬材料。上述多孔質材料製的環 112c 例如可藉著將青銅、不銹鋼、鎳或者鈦等的金屬粉末（或金屬纖維）壓縮成型後燒結加以製作。多孔質金屬的各個氣泡的直徑也根據其製造方法，一般是在 10mm～數 mm 的範圍內。

多孔質材料製的環 112c 的密度（體積密度）以設定在切削刀具 112 的外圍側部份 112b 之密度的 5～75%範圍內的值為佳。將多孔質材料製環 112c 的密度設定在切削刀具 112 的外圍側部份 112b 之密度小於 5%的值時會降低刀具 112 的剛性，並且設定大於 75%的值時則會減少超音波反射面 116 所反射超音波震動的量。

另外，如第 12 圖表示，切削工具 110 的切削刀具 112 未形成有橫跨刀具的孔（例如，上述的弧形長孔）。因此，切削工具 110 例如即使在數千～數萬次旋轉的高速轉動的場合也不容易產生風切聲等的噪音。

再者，例如在上述第 1 圖的切削工具 10 的切削刀具 12 的各個長孔 15 內部，填充以發泡樹脂（例如，發泡聚氨酯樹脂）為代表的多孔質材料，可以降低高速轉動切削

工具 10 的場合所產生風切聲等的噪音。

第 13 圖是表示本發明切削工具的另外的其他構成例的上視圖，並且第 14 圖是沿著記入在第 13 圖的裁斷線 IV-IV 線裁斷之切削工具 130 的剖視圖。

第 13 圖及第 14 圖表示的切削工具 130 的構成在切削刀具 132 的一方表面形成有構成超音波反射面 136a 的環狀溝槽 135a，並在另一方表面形成有構成追加的超音波反射面 136b 的環狀溝槽 135b 以外是與第 1 圖及第 2 圖表示的切削工具 10 相同。

如上述，超音波反射面也可以是與自切削刀具的表面朝厚度方向延伸的環狀溝槽內部的空氣相空間（環狀的空氣相空間）的介面所構成。

僅在切削刀具一方的表面形成環狀溝槽的場合，上述溝槽的深度以設定在切削刀具厚度的 $1/4 \sim 3/4$ （最好是 $1/2 \sim 3/4$ ）範圍內的深度為佳。溝槽的深度設定小於切削刀具厚度的 $1/4$ 深度時，從外圍側的部份傳達到內周圍側部份之超音波震動的量較切削刀具的超音波反射面增加，切削刀具的刀尖產生的超音波震動的振幅減小。其另一方面，溝槽的深度設定大於切削刀具的厚度 $3/4$ 的深度時，與切削刀具的超音波反射面比較，外圍側的部份不穩定地被支撐在內周圍側的部份，會使得切削工具的旋轉精度與加工精度降低。並且，如第 14 圖表示，在切削刀具的各個表面上以彼此相對的狀態形成環狀溝槽的場合，兩者溝槽深度的總計值以在上述的範圍內為佳。

此外，上述的環狀溝槽也可以是相對於切削刀具的軸呈軸對稱彼此經非空間部形成在刀具的複數個溝槽（例如，弧形溝槽、開縫狀溝槽）或者複數個凹部（例如，圓形或多角形的凹部）所構成。

第 15 圖是表示本發明切削工具 150 的另外的其他構成例的剖視圖。

第 15 圖的切削工具 150 的構成除了僅在切削刀具 152 一方的表面固定超音波振子 14，及構成超音波反射面 156a 的環狀空氣相空間為從刀具 152 的一方表面超過厚度的 $1/2$ 延伸的環狀溝槽 155a 所構成，並且在上述環狀溝槽 155a 的內周圍側更從刀具 152 的另一方表面超過厚度 $1/2$ 延伸，形成有構成追加的超音波反射面 156b 的環狀溝槽 155b 以外是與第 1 圖及第 2 圖表示的切削工具 10 相同。

切削工具 150 中，切削刀具 152 的周圍方向整體，且厚度方向整體具備有超音波反射面 156a 或者超音波反射面 156b。因此，超音波振子 14 產生的超音波震動傳達到切削刀具 152 的內周圍側部份及保持著刀具 152 的轉軸更為困難，可極為有效地利用在使刀具 152 外圍側部份（具有刀尖的部份）的震動。

因此，切削工具 150 可以使其切削刀具 152 的刀尖在刀具的徑向更以大的振幅超音波震動，因此可以極高精度切削加工對象物。

再者，如第 15 圖的切削工具 150，在切削刀具的各個

表面上以彼此不相對的狀態形成環狀溝槽的場合，上述各個溝槽的深度以設定在切削刀具厚度的 $1/4 \sim 3/4$ （最好是 $1/2 \sim 3/4$ 深度）範圍內的深度為佳。並且，合計上述兩者溝槽的深度的值是以在切削刀具厚度的 $75 \sim 150\%$ （最好是 $90 \sim 110\%$ ）的範圍內為佳。將合計兩者溝槽深度的值設定在切削刀具厚度的 100% 以上的值時，可以在切削刀具的厚度方向整體形成超音波反射面。

第 16 圖是表示本發明切削工具的其他構成例的剖視圖。

第 16 圖的切削工具 160 的構成是切削刀具 162 除了具備與形成在刀具厚度方向之環狀缺口 165a 內側的空氣相空間的介面所構成的超音波反射面 166a，及與同樣的環狀缺口 165b 內側的空氣相空間的介面所構成的追加的超音波反射面 166b 以外是與第 1 圖及第 2 圖表示的切削工具 10 相同。

如上述，超音波反射面也可以是與形成在切削刀具的環狀缺口內側的空氣相空間（環狀的空氣相空間）的介面所構成。

第 17 圖是表示本發明切削工具的其他構成例的上視圖，並且第 18 圖是沿著記入在第 17 圖的裁斷線 V-V 線裁斷之切削工具 170 的剖視圖。

第 17 圖的切削工具 170 的構成是環狀超音波振子 174 彼此隔開間隔而配置的複數個超音波振子 174a、174a、～所構成，在鄰接的超音波振子片之間的刀具 172 形成有空

氣相空間（開縫狀的孔 179 內部的空氣相空間）以外是與第 5 圖的切削工具 50 相同。

如上述，本發明的切削工具中，也可以複數個超音波振子片構成切削刀具具備的環狀超音波振子（使用不連續的環狀超音波振子）。藉此，本發明的切削工具使用大尺寸的切削刀具，即具有大直徑的環狀超音波振子的場合，使用複數個超音波振子片可以容易構成環狀的超音波振子。該等複數個超音波振子片是以相對於切削刀具的中心軸呈軸對稱配置為佳。

上述超音波振子片由於其製造容易而以矩形的形狀為佳，但也可以是圓形（包含長圓形）或者矩形以外的多角形的形狀。

如上述，環狀的超音波振子為複數個超音波振子片所構成的場合，例如第 17 圖表示，以在鄰接的超音波振子片 174a、174a 之間的刀具 172 形成空氣相空間（朝著刀具 172 的徑向延伸之開縫狀的孔 179 內部的空氣相空間）為佳。

藉以上的空氣相空間（開縫狀的孔 179 內部的空氣相空間），可抑制傳達到切削刀具 172 彼此鄰接的振子片 174a 與振子片 174a 之間的位置，沿著與刀具 172 的表面平行的面且相對於刀具 172 的徑向傾斜的方向的震動（例如，面內彎曲震動）的產生。因此，比切削刀具 172 的超音波反射面 16 更外圍側的部份（具有刀尖的部份）與未具備有開縫狀的孔 179、179~ 的場合比較，可以更大的振

幅在刀具 172 的徑向超音波震動。

本發明的切削工具中，以切削刀具周圍方向的 50～100%（最好是 70～90%，尤其 90～100%更佳）範圍內的部份形成超音波反射面為佳。尤其是如上述的第 5 圖、第 15 圖或者第 17 圖的切削工具，在支撐板的周圍方向整體，並且厚度方向的整體具備超音波反射面為佳。

【圖式簡單說明】

第 1 圖是表示本發明的切削工具構成例的上視圖。

第 2 圖為沿著記入在第 1 圖的裁斷線 I-I 線裁斷的切削工具 10 的剖視圖。

第 3 圖是表示本發明的切削裝置構成例的剖視圖。

第 4 圖是表示本發明切削工具的其他構成例的剖視圖。

第 5 圖是表示本發明切削工具的另外的其他構成例的上視圖。

第 6 圖是沿著記入在第 5 圖的裁斷線 II-II 線裁斷的切削工具 50 的剖視圖。

第 7 圖是表示本發明切削裝置的其他構成例的剖視圖。但是，省略連接切削刀具 52 的各個超音波振子 14 與旋轉變壓器 22 的電力接受單元 24 的配電線，並且連接在旋轉變壓器 22 的供電單元 23 的配電線及電源的記載。

第 8 圖是表示本發明切削工具的另外的其他構成例的上視圖。

第 9 圖是表示本發明切削工具的另外的其他構成例的上視圖。

第 10 圖是表示本發明切削工具的另外的其他構成例的上視圖。

第 11 圖是表示本發明切削工具的另外的其他構成例的上視圖。

第 12 圖是沿著記入在第 11 圖的裁斷線 III - III 線裁斷的切削工具 110 的剖視圖。

第 13 圖是表示本發明切削工具的另外的其他構成例的上視圖。

第 14 圖是沿著記入在第 13 圖的裁斷線 IV - IV 線裁斷的切削工具 130 的剖視圖。

第 15 圖是表示本發明切削工具的另外的其他構成例的剖視圖。

第 16 圖是表示本發明切削工具的另外的其他構成例的剖視圖。

第 17 圖是表示本發明切削工具的另外的其他構成例的上視圖。

第 18 圖是沿著記入在第 17 圖的裁斷線 V - V 線裁斷之切削工具 170 的剖視圖。

【主要元件符號說明】

10：切削工具

11：圓孔

12：切削刀具

14：超音波振子

15：弧形長孔

16：超音波反射面

16a：與空氣相空間的介面

17：構成超音波反射面 16 的反射面

18：非空間部

21：電源

22：旋轉變壓器

23：供電單元

24：電力接受單元

23a、24a：線圈

25a、25b：配電線

26a、26b：配電線

30：切削裝置

31：馬達

32：轉軸

33：保持件

34、35：突緣

34a、35a：突起：

36：套筒

37：螺栓

38：螺帽

40：切削工具

42：切削刀具

45：弧形長孔

46：超音波反射面

50：切削工具

52：切削刀具

55：弧形長孔

56：超音波反射面

57：構成超音波反射面 56 的反射面

70：切削裝置

73：保持件

74、75：突緣

74a、75a：突起

76：套筒

77：螺栓

80、90、100：切削工具

82、92、102：切削刀具

85：圓形的孔

86、96、96a、106：超音波反射面

87、97、97a、107：構成超音波反射面的反射面

88、98、10：非空間部

79、89、99：支撐板

95、95a：六角形孔

105：開縫狀的孔

110：切削工具

112：切削刀具

112a：切削刀具 122 的內周圍側部份

112b：切削刀具 112 的外圍側部份

112c：多孔質材料製的環

115：氣泡

116：超音波反射面

117：構成超音波反射面 116 的反射面

130、150：切削工具

132、152：切削刀具

135a、135b、155a、155b：環狀溝槽：

136a、136b、156a、156b：超音波反射面

160：切削工具

162：切削刀具

165a、165b：環狀缺口：

166a、166b：超音波反射面

170：切削工具

172：切削刀具

174：超音波振子

174a：超音波振子片

179：開縫狀的孔

五、中文發明摘要

發明之名稱：圓盤形切削工具及切削裝置

本發明為中央具備圓孔（11）的圓盤形切削刀具（12），及在刀具（12）的各側表面上與刀具同軸配置，具有比刀具的直徑小的外徑與比圓孔（11）的直徑大的內徑的連續環狀超音波振子（14）所構成，上述切削刀具（12）具備在比環狀超音波振子內周緣更為內周圍側在刀具厚度方向延伸的與連續環狀空氣相空間的介面所構成超音波反射面（16）的圓盤形切削工具（10）可以使其刀具（12）的外圍緣部的刀尖在刀具的徑向以大的振幅超音波震動。

六、英文發明摘要

發明之名稱：

十、申請專利範圍

1.一種圓盤形切削工具，具備：中央具有圓孔的圓盤形切削刀具，及該刀具的至少一方側的表面上與該刀具同軸固定，具有小於該刀具直徑的外徑與大於該圓孔直徑的內徑之連續或不連續的環狀超音波振子所構成，該切削刀具在較環狀超音波振子的內周緣更內周圍側朝著刀具的厚度方向延伸的連續或不連續的環狀空氣相空間的介面所構成的超音波反射面。

2.如申請專利範圍第 1 項記載的切削工具，其中，環狀的空氣相空間為在相對於刀具的軸呈軸對稱，彼此經由非空間部橫跨刀具形成的複數個弧形的空氣相空間所構成。

3.如申請專利範圍第 2 項記載的切削工具，其中，在上述各非空間部的內周圍側形成橫跨刀具的其他弧形的空氣相空間，構成追加的超音波反射面。

4.如申請專利範圍第 1 項記載的切削工具，其中，環狀的空氣相空間是彼此經由非空間部橫跨刀具所形成的複數個圓形或者多角形的空氣相空間所構成。

5.如申請專利範圍第 4 項記載的切削工具，其中，在各非空間部的內周圍側形成橫跨刀具的其他圓形或多角形的空氣相空間，構成追加的超音波反射面。

6.如申請專利範圍第 1 項記載的切削工具，其中，環狀的空氣相空間為在相對於刀具的軸呈軸對稱，彼此經由非空間部橫跨刀具形成的相對於各個刀具的半徑方向傾斜

的複數個開縫狀的空氣相空間所構成。

7.如申請專利範圍第 1 項記載的切削工具，其中，環狀的空氣相空間是藉環狀多孔質材料所構成。

8.如申請專利範圍第 1 項記載的切削工具，其中，環狀的空氣相空間是從刀具的一方表面超過厚度的 $1/2$ 延伸的環狀溝槽所構成。

9.如申請專利範圍第 8 項記載的切削工具，其中，在環狀溝槽的內周圍側更形成有從刀具的另一方表面超過厚度的 $1/2$ 延伸，構成追加的超音波反射面的環狀溝槽。

10.如申請專利範圍第 1 項記載的切削工具，其中，環狀的超音波振子為彼此隔開間隔而配置的複數個超音波振子片所構成，鄰接的超音波振子片之間的刀具上形成有空氣相空間。

11.一種切削裝置，包含中央具有圓孔的圓盤形切削刀具及在接近該圓孔周緣的位置保持切削工具的轉軸，其特徵為：具備該圓盤形切削工具為中央具有圓孔的圓盤形切削刀具及在該刀具的至少一方側的表面與該刀具同軸固定，具有較該刀具直徑小的外徑與較該圓孔的直徑大內徑之連續或不連續的環狀超音波振子所構成，該切削刀具，具備：在較環狀超音波振子的內周緣更內周圍側且較轉軸所保持的部位更外圍側朝著該刀具的厚度方向延伸與連續或不連續的環狀空氣相空間的介面所構成超音波反射面的切削工具。

12.如申請專利範圍第 11 項記載的切削裝置，其中，

環狀的空氣相空間為在相對於刀具的軸呈軸對稱，彼此經由非空間部橫跨刀具所成的複數個弧形的空氣相空間所構成。

13.如申請專利範圍第 12 項記載的切削裝置，其中，在各非空間部的內周圍側形成橫跨刀具的其他弧形的空氣相空間，構成追加的超音波反射面。

14.如申請專利範圍第 11 項記載的切削裝置，其中，環狀的空氣相空間是彼此經由非空間部橫跨刀具形成的複數個圓形或者多角形的空氣相空間所構成。

15.如申請專利範圍第 14 項記載的切削裝置，其中，在各非空間部的內周圍側形成橫跨刀具的其他圓形或多角形的空氣相空間，構成追加的超音波反射面。

16.如申請專利範圍第 11 項記載的切削裝置，其中，環狀的空氣相空間為在相對於刀具的軸呈軸對稱，彼此經由非空間部橫跨刀具形成的相對於各個刀具的半徑方向傾斜的複數個開縫狀的空氣相空間所構成。

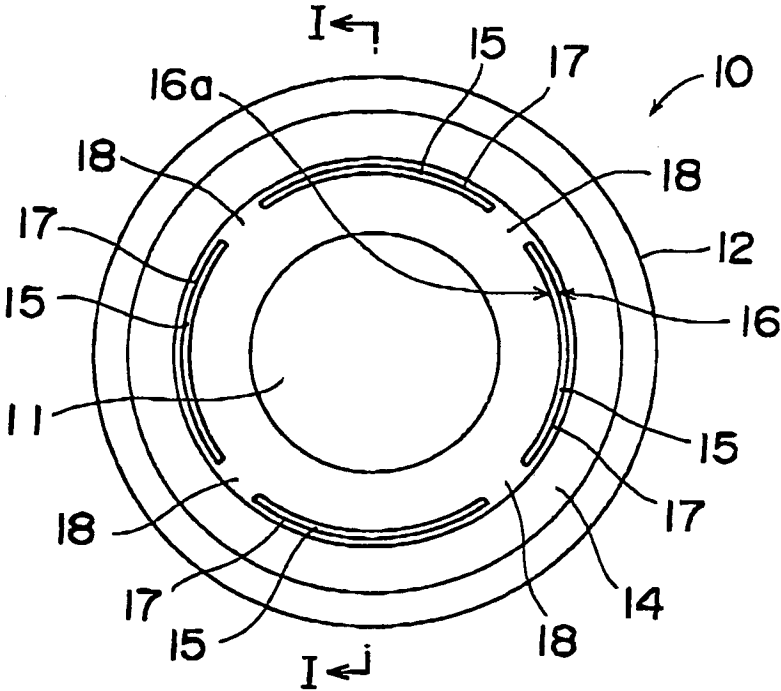
17.如申請專利範圍第 11 項記載的切削裝置，其中，環狀的空氣相空間是藉環狀多孔質材料所構成。

18.如申請專利範圍第 11 項記載的切削裝置，其中，環狀的空氣相空間為從刀具的一方表面超過厚度的 $1/2$ 延伸的環狀溝槽所構成。

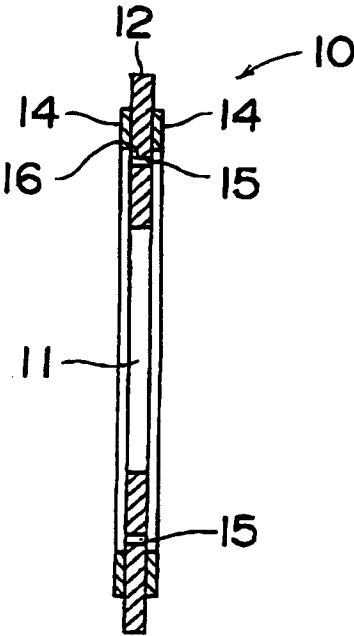
19.如申請專利範圍第 18 項記載的切削裝置，其中，環狀溝槽的內周圍側，更形成有從刀具的另一方表面超過厚度的 $1/2$ 延伸，構成追加的超音波反射面的環狀溝槽。

20.如申請專利範圍第 11 項記載的切削裝置，其中，環狀的超音波振子為彼此隔開間隔而配置的複數個超音波振子片所構成，鄰接的超音波振子片之間的刀具上形成有空氣相空間。

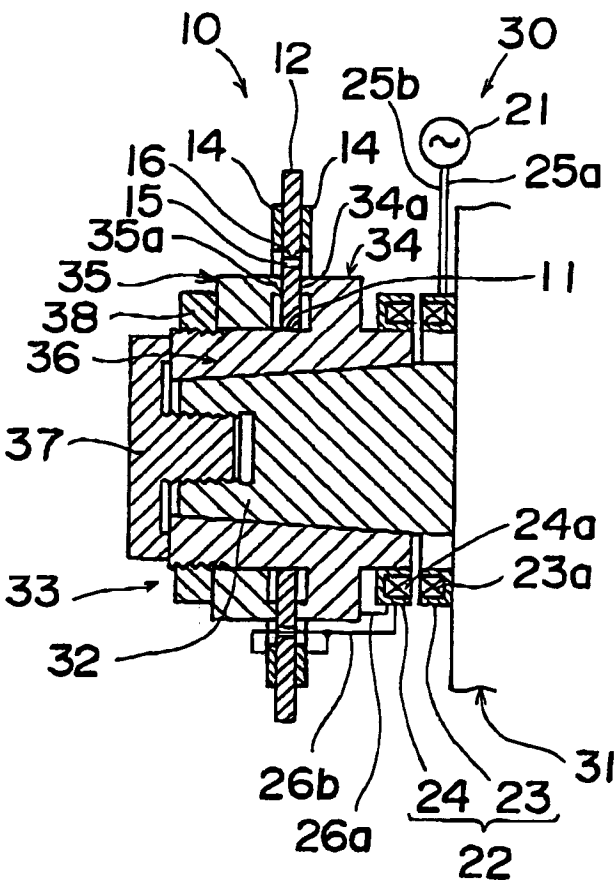
第1圖



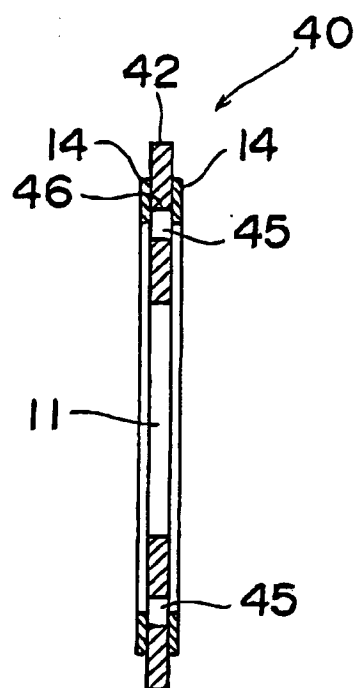
第2圖



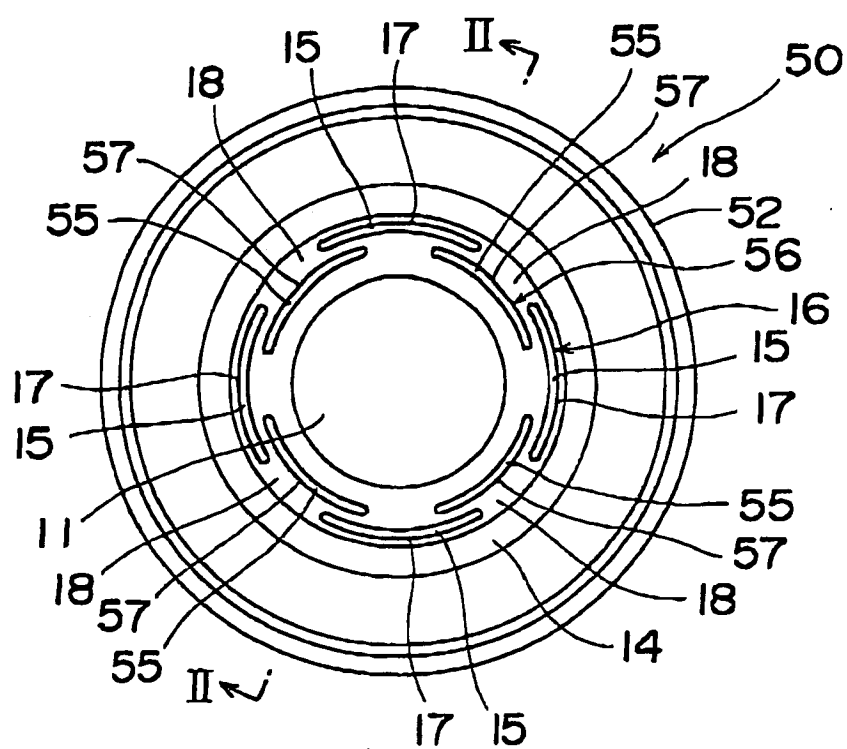
第3圖



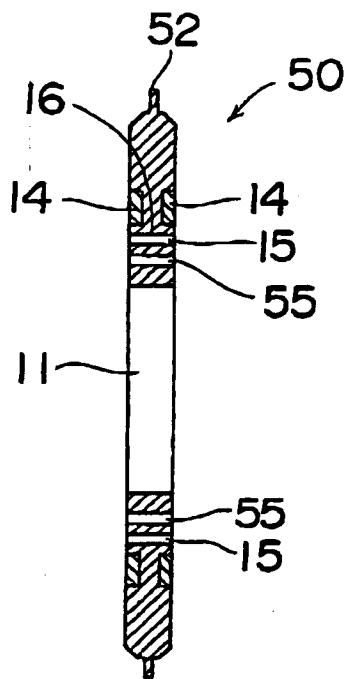
第4圖



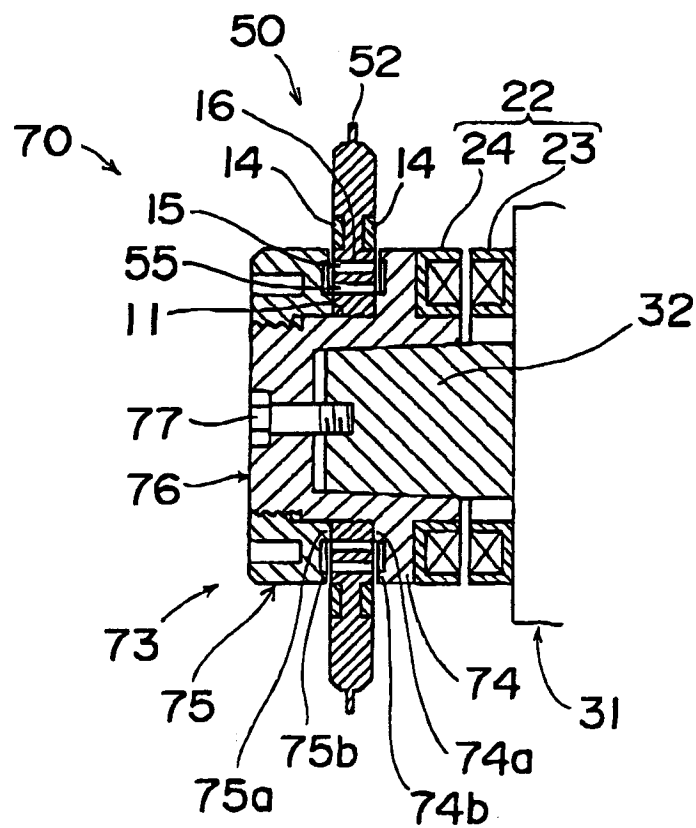
第5圖



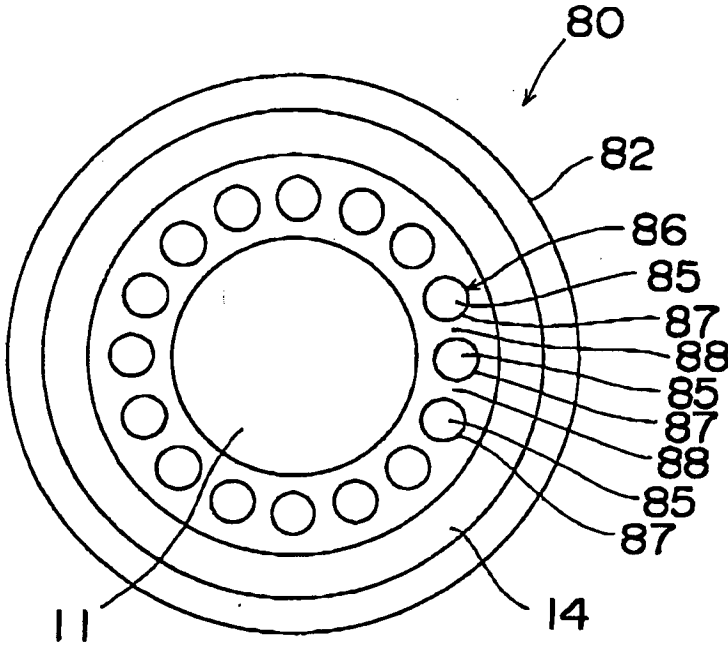
第6圖



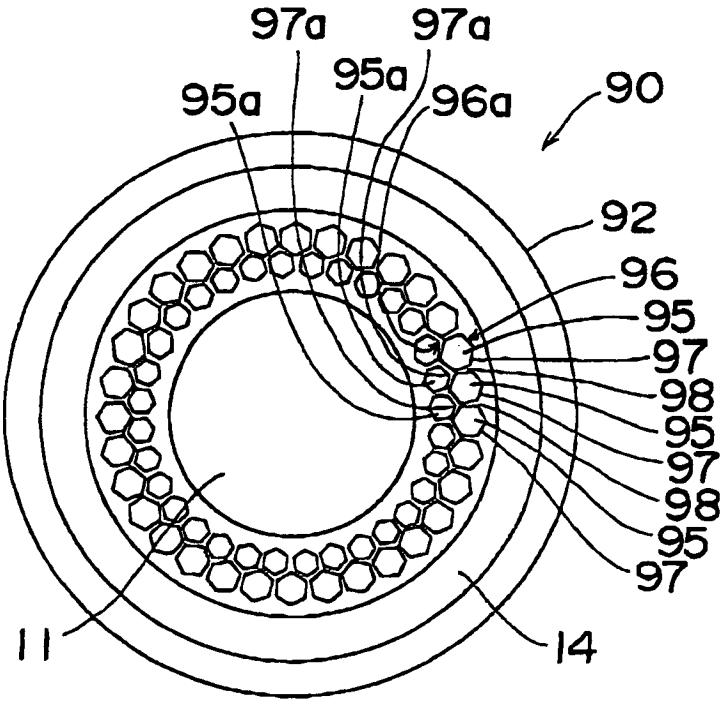
第7圖



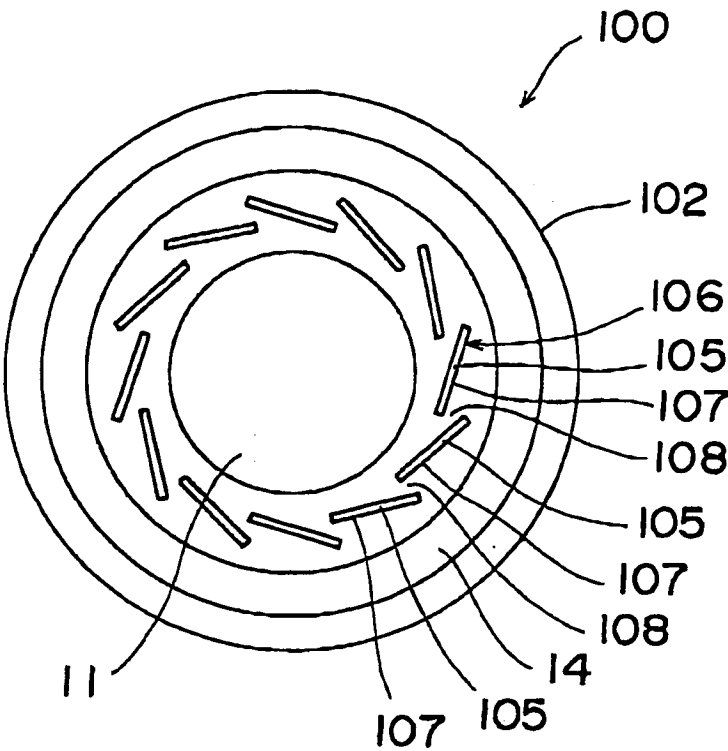
第8圖



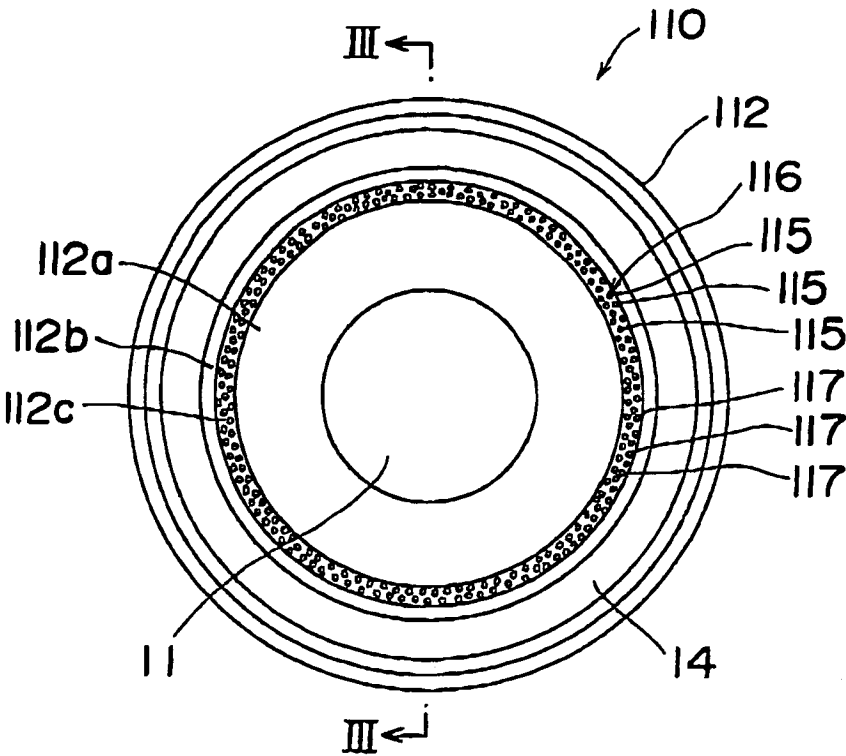
第9圖



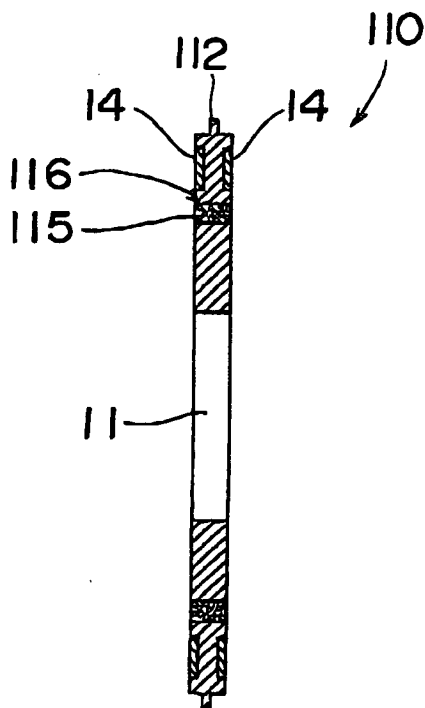
第10圖



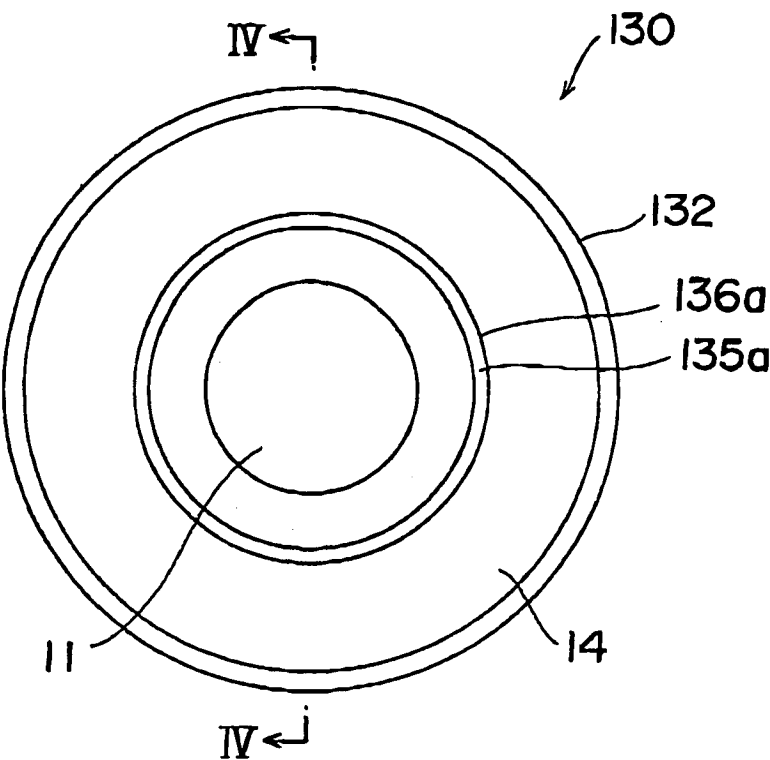
第11圖



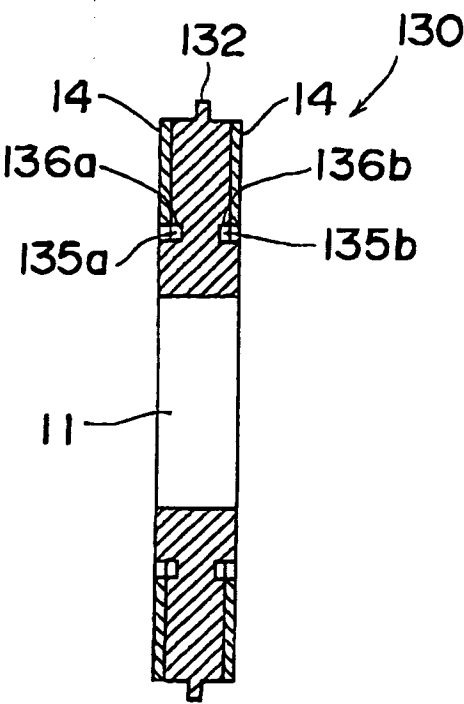
第12圖



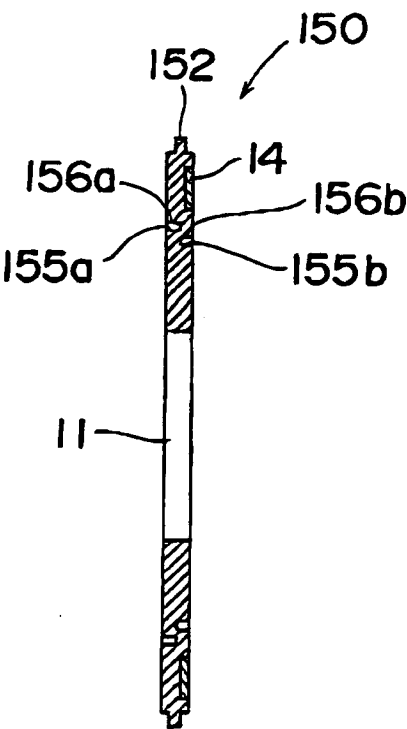
第13圖



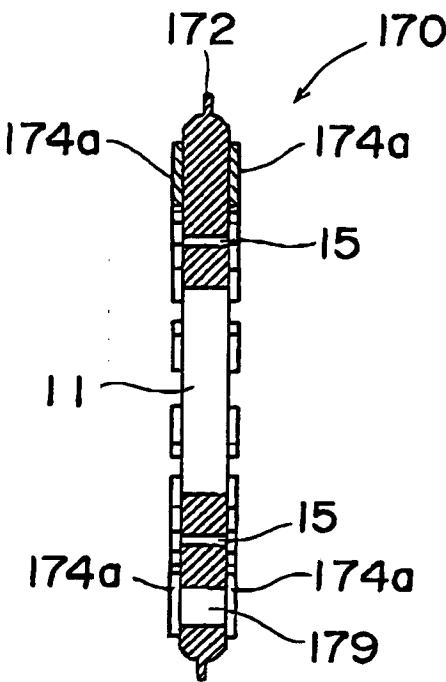
第14圖



第15圖



第18圖



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：切削工具

11：圓孔

12：切削刀具

14：超音波振子

15：弧形長孔

16：超音波反射面

16a：與空氣相空間的介面

17：構成超音波反射面 16 的反射面

18：非空間部

I：裁斷線

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：