



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02815334.0

[43] 公开日 2004年10月20日

[11] 公开号 CN 1538891A

[22] 申请日 2002.7.31 [21] 申请号 02815334.0

[30] 优先权

[32] 2001.8.10 [33] JP [31] 243745/2001

[32] 2002.5.28 [33] JP [31] 153259/2002

[86] 国际申请 PCT/JP2002/007827 2002.7.31

[87] 国际公布 WO2003/015967 日 2003.2.27

[85] 进入国家阶段日期 2004.2.4

[71] 申请人 住友电气工业株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 植田丞司 马场良介 佐桥稔之  
久木野晓

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公  
司

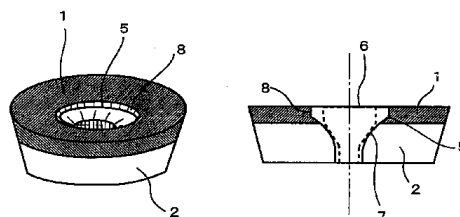
代理人 刘晓峰

权利要求书1页 说明书18页 附图8页

[54] 发明名称 不重磨刀片

[57] 摘要

传统的高压烧结材料的小尺寸可转位刀片的问题在于，没有工具柄夹紧孔，与柄的连接复杂且夹紧力较弱。这是由于很难在高压烧结材料中加工具有曲线轮廓的孔。通过激光加工必要的构造同时调节光束输出功率并通过检流计镜增强光束光采集，以及控制光束辐射位置的高精度，在由高压烧结材料和硬质合金构成的整体烧结的可转位刀片中加工夹紧孔。



1. 一种可转位刀片，包括：构成切削面的高压烧结材料，及用于支撑所述高压烧结材料的硬质合金，其特征在于，其包括：位于切削面中心部分中的孔，用于连接到工具柄上。

2. 一种可转位刀片，整个由高压烧结材料构成，其特征在于，具有位于切削面中心部分中的孔，所述孔用于连接到工具柄上。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的可转位刀片，其特征在于，所述高压烧结材料为烧结的立方氮化硼（cBN）或烧结的金刚石物质。

4. 根据权利要求 1-3 中任意一项所述的可转位刀片，其特征在于，投影到切削面上的构成可转位刀片轮廓线的多角形的内接圆的直径为 3mm 或更多以及 13mm 或更小。

5. 根据权利要求 1-3 中任意一项所述的可转位刀片，其特征在于，在投影到切削面上的圆形中的可转位刀片的外径为 5mm 或更多，以及 20mm 或更小。

6. 根据权利要求 1-5 中任意一项所述的可转位刀片，其特征在于，利用激光加工形成所述工具柄连接孔。

7. 根据权利要求 1-6 中任意一项所述的可转位刀片，其特征在于，所述工具柄连接孔的直径从切削面侧朝向刀片的安装座侧逐渐减小。

8. 根据权利要求 1-7 中任意一项所述的可转位刀片，其特征在于，所述工具柄连接孔的直径在靠近切削面的部分中急剧减小，减小的速率逐渐变小，并且在安装座附近中直径不减小。

9. 根据权利要求 1-8 中任意一项所述的可转位刀片，其特征在于，所述工具柄连接孔的直径具有一个部分，该部分对于从切削面起的固定距离不减小。

10. 制造根据权利要求 1-9 中任意一项所述的可转位刀片的方法，其特征在于，利用输出功率为 50-100W 的脉冲振荡 YAG 激光器在可转位刀片中形成所述工具柄连接孔，其中所述可转位刀片的整个切削面或者它的整体由高压烧结材料构成。

## 不重磨刀片

5

### 技术领域

本发明主要涉及用于金属切削作业中的可转位刀片以及制造这种刀片的方法。

### 10 背景技术

在钢/铁材料和铝合金的加工中，由于近年来对于减少环境污染，更不用说降低加工成本的需求，使得高精度、高效率的机加工作为重要的技术开发问题成为人们关注的焦点。作为其解决方案，将诸如烧结立方氮化硼(cBN)和烧结金刚石等的高压烧结材料用作切削工具的例子已经增加。

15 与迄今为止使用的硬质合金和陶瓷相比，使用高压烧结材料作为切削工具的资源成本较高。因此，在采用高压烧结材料的应用中，例如在其底质由硬质合金构成的可转位刀片中，被切成用作切削刃的部分的尺寸的烧结材料通过钎焊等技术被安装到底质中。图1(A)是它的一个特殊例子。由高压烧结材料1和硬质合金2构成的坯料通过钎焊被焊接到由硬质合金  
20 构成的底质3上，在底质被烧结前在底质中形成夹紧/锁定孔5。

可转位刀片形成包括较小尺寸的三角形或四边形的几何形状，用于钻小孔的操作，以及同样为小尺寸的圆形，用于仿形作业。在这些可转位刀片中，那些整个切削面或整个刀片本身由高压烧结材料构成的刀片，和那些不具有夹紧/锁定孔的刀片，已经被沿着切削面楔在带有夹持楔块的工  
25 具柄上以将它们固定在适当的位置以便于使用。图1(B)和1(C)是这样的刀片的特定例子。在图1(B)中，高压烧结材料1构成切削面，硬质合金部分2被整体烧结。在图1(C)中的可转位刀片整个由高压烧结材料构成。这些可转位刀片不具有夹紧/锁定孔。

设置有夹紧/锁定孔的可转位刀片在连接到工具柄上时具有优点。在  
30 日本专利申请公开出版物 No.H04-2402 中公开了一种在可转位刀片已被

模制后用于在可转位刀片中钻孔的技术，该技术使用激光束产生从切削面到由线体加强陶瓷制成的铣削刀片安装座的圆柱形通孔。同样地，在日本专利申请公开出版物 No.H07-299577 中公开了一种与直接转换方法结合的激光加工 cBN 烧结物质的方法，其中几乎不包含任何的烧结添加剂。

5 上述在图 1 (A) 中所示的使用了高压烧结材料的传统可转位刀片的一个问题在于，对于小尺寸可转位刀片，在其上钎焊刀片的毛坯尺寸较小，意味着由于减小了钎焊的表面积，钎焊焊缝在切削作业期间在间歇冲击力和重复应力作用下有时会松脱。为了解决这一问题，与采用将毛坯钎焊到刀片的切削刃部分的结构不同，可利用一种刀片，具有如图 1 (B) 或图  
10 1 (C) 所示的结构，其中整个切削面或整个刀片本身由高压烧结材料制成，其中没有夹紧/锁定孔。采用整个切削面或整个可转位刀片本身由高压烧结材料制成的结构有可能使刀片具有许多切削齿，并且通过去除钎焊过程，使得制造成本得以减少。刀片不具有夹紧/锁定孔的原因是，由于使用传统的技术在高压烧结材料上钻孔极其困难，因此就工业可行性而言  
15 在可接受的限度内的生产成本下进行制造是不可能的。

在安装不具有夹紧/锁定孔的可转位刀片的情况下所采用的系统依赖于以下技术，其中通过利用楔块沿着可转位刀片的切削面压在可转位刀片上来固定可转位刀片，或者将刀片夹紧在垫片和夹紧块之间。在这些情况下，当加工具有高延展性的工件时，来自工件的碎屑为连续和卷曲形的，  
20 碎屑碰撞夹具头，常常损坏夹具头。已经证明这是使碎屑脱离能力变差的一个因素，从而使得碎屑与工件的表面接触并在工件的表面上留下划痕，产生低品质的切削。

在用于切削齿的具有高压烧结材料的刀片安装在诸如端铣刀之类的回转刀具上的机加工中会产生另外的问题。由于在这些情况下刀片通常在  
25 高速机加工条件下使用，因此刀具转速较快，并且，在不使用夹紧/锁定孔的夹紧系统中不能得到足够的夹紧力，因此，由于转动期间产生的离心力，刀片易于从工具柄上松脱。而且，对于不使用夹紧/锁定孔的夹紧系统，用于夹紧/锁定的部分的数量很大，这已证明是庞大的，从而使得用于小直径工具柄（诸如  $\phi 20\text{mm}$  或更小）规格的多点设计很困难。

30 至于加工如上所述的用于夹紧/锁定的孔的方法，除了本发明中公开

的激光加工方法以外，尽管可利用诸如使用旋转研磨机研磨、超声加工、放电加工等等的技术，但由于使用这些技术在高压烧结材料上进行加工的速度极慢，研磨机、超声波照射枪、放电电极等等的形状随着时间改变，因此不可能保持加工精度。对于线放电加工，必须加工出导向钻头孔

5 (starter hole)，就可加工的形状而言，只能加工圆柱孔。而且，在高压烧结材料不导电的情况下，放电加工是不适用的。至于激光加工，利用传统方法在加工过程中会有相当大的热损伤，诸如在被加工面中出现潜在裂纹，导致刀片破坏；并且，与线放电加工一样，只能加工圆柱形的孔。

本发明的问题是解决上述的到目前为止的技术中所存在的问题，为此，提供一种可转位刀片，该刀片没有结构脆性部分，能够容易地和牢固地连接到工具柄上，并且在处理碎屑方面具有优越性。

10

### 发明内容

为了实现上述目的，通过采用在超高压下整体地烧结到硬质合金上的高压烧结材料本身作为主要部件，消除钎焊焊缝中的非稳定强度状态

15 (wise)；通过在切削面的中心部分中设置孔以便夹紧到工具柄上，以提高连接到工具柄上的强度和精度，并且减小工具的总体尺寸，从而使得加工可行性的限度扩大了。

此外，在本发明的第二方面中，通过从高压烧结材料构造整个可转位刀片，除了前述的效果外，由于高压烧结材料具有的高水平的热传导，减小了加工时在切削刃中的温度升高，使得在切削刃中的碎屑和破裂减少，并提高了加工的尺寸精度。

20

在前述的本发明的第一和第二方面中，为了对诸如钢、铸造金属物体、不锈钢等黑色金属进行切削操作，可利用立方氮化硼 (cBN) 烧结物质作为高压烧结材料，而在对诸如压铸铝合金、镁合金以及铜合金等非铁金属进行切削操作中，可利用金刚石烧结物质作为高压烧结材料。两者中的任

25 一种都具有高强度、在高温下化学性质稳定并且具有高的热传导性。

通过本发明扩大可转位刀片的总体几何尺寸将意味着较大尺寸的高压烧结材料用作刀片材料，提高了生产成本，并且意味着与迄今为止使用的可转位刀片——其中高压烧结材料只钎焊到刀片的切削刃部分——相

30

比, 本发明的可转位刀片在性能价格比方面将不会显示优越性。因为同样的原因, 如果根据本发明的刀片的总体几何尺寸被减小到一定程度, 在该程度下设置在刀片中部中的夹紧孔的存在明显削弱了刀片的机械强度, 将不会显示稳定的切削工具性能。因此, 在本发明的可转位刀片的几何形状为多角形的情况下, 投影到切削面上并构成可转位刀片轮廓的多角形中的内接圆的直径优选为 3mm 或更多, 13mm 或更小; 在几何形状为圆形的情况下, 在投影到切削面上的圆形中的可转位刀片的外径优选为 5mm 或更多, 20mm 或更小。

可利用高功率脉冲 YAG 激光器加工位于可转位刀片的中心部分中的把柄夹紧孔, 其中调节输出功率并且同时利用检流计镜增强光收集, 同时, 通过控制输出功率、振荡频率和滚花节距, 以固定的加工量逐渐切削出刀片的轮廓线 (contour line)。利用这样的激光加工方法, 通过减小激光束的总输出功率及提高它的光收集水平, 可减小热对于加工表面的影响。另外, 向被接通以便接收电子数据的激光加工设备直接传送通过三维 CAD 系统准备的形状建模数据, 在激光加工设备中安装 CAD-CAM 系统以便由接收的形状建模数据自动产生加工孔型, 使得加工不仅限于一般的线切削作业, 而且延伸到具有不规则曲面的复杂形状。

可利用上述的激光系统, 在可转位刀片的中心部分中提供把柄夹紧孔, 所述夹紧孔的形状不同于沿深度方向直径均匀的圆柱形形状, 而是在水平截面中的孔直径从切削面侧朝向安装座侧减小。这种形状在孔的内表面产生的倾斜度使得夹紧螺钉的卡圈——传递夹紧力的部分——以及夹紧孔的倾斜表面形成表面接触, 使得有可能实现稳定的夹紧。

夹紧孔可采用的特定形状如下, 并在图 5 中示出, 其中在通过孔的中心轴线的平面中截取的截面形状中, 对应于孔侧面的边的切削面端部朝向切削面端张开  $45^{\circ}$  -  $120^{\circ}$  角, 构成圆锥形的侧表面, 而在截面形状中的安装座端部构成平行线段, 就侧表面形状而言成为圆柱形的形状。作为选择, 如图 2 所示, 可采用如下形状, 其中孔朝向切削面的结构的截面形状为朝向切削面打开的弧形, 并且侧表面具有朝向孔的凸典面结构, 其中安装座端部为圆柱形。

通常, 可转位刀片中的夹紧孔和工具柄中的连接孔被设置为偏心的,

其中，通过平行于安装座方向的力（引入力）和来自壁的反力将可转位刀片牢固和精确地紧固到工具柄上，所述的引入力是通过紧固夹紧螺钉产生的，所述刀片靠在所述壁上被夹紧到把柄上。上述在切削面端部中的孔的张角越小，则刚刚所述的引入力越大。相反，在切削面端部中的孔的张角越大，则朝向柄安装座的夹紧力越大。因此，可根据工具所需要提供的力和安装精度选择夹紧孔的结构。

夹紧孔在平行于切削面的截面中的形状是至关重要的，尤其是夹紧螺钉接触可转位刀片处的孔部分的形状。如果该截面的形状显著偏离圆形，意味着夹紧螺钉将只能与孔形成部分接触，夹紧力将集中于沿孔的周边散布的接触点中，在夹紧孔的附近产生非均匀的应力集中，导致可转位刀片的破坏。因此，理想的是，在平行于切削面的截面中，在孔接触夹紧螺钉处附近，夹紧孔的形状几乎是完美的圆形。如果不圆偏差在  $20\mu\text{m}$  的范围内，则由应力集中引起的工具故障的发生率可被控制在较低的发生频率下。为了更稳定的设计，不圆偏差在  $10\mu\text{m}$  的范围内是理想的。在这里，“不圆偏差”是指在被测量的孔的形状的外接圆和内接圆之间的半径差。

为了减轻夹紧力在分散的接触点中的上述集中，此外，在夹紧螺钉的卡圈下插入诸如铜箔、铝箔、尼龙树脂或硬橡胶之类的缓冲材料是有效的。接着，对于缓冲，一个惯例是利用诸如湿镀、CVD 或 PVD 等方法在夹紧螺钉上涂以 Ti、Cr、 $\text{TiN}_z$  ( $0.1 \leq z \leq 0.93$ )、Cu 或 NiP 等材料。同样，对于缓冲的另一惯例是在可转位刀片切削面上和安装孔内表面上涂以诸如 Ti、Cr、 $\text{TiN}_z$  ( $0.1 \leq z \leq 0.93$ )、Cu 或 NiP 材料。在这种情况下，涂层色彩呈现金属光辉，使得容易辨别已被使用的角，这一点与得自涂层的可转位刀片耐磨性的提高相结合，也是优选的。

如图 3 所示，通过在设置在可转位刀片中央部分的孔的切削面端部提供一个部分，所述孔用于夹紧到工具柄上，在所述部分中，对于离开切削面的一定距离，孔直径不减小，夹紧螺钉紧固在比可转位刀片低的位置处，其中，通过使夹紧螺钉的冠部比切削面低，当加工高延性材料时，可防止碎片破裂的干扰，而且，当采用通过解决本发明的问题的第一种方法在超高压情况下整体烧结到硬质合金上的高压烧结材料作为源材料时，通过使作为与夹紧螺钉接触的孔部分的斜表面成为具有高强度的硬质合金部分，

工具的主要部件将不易破裂。

### 附图说明

- 图 1 是传统的高压烧结材料可转位刀片；
- 5 图 2 是根据本发明的可转位刀片，其中高压烧结材料和硬质合金被结合；
- 图 3 是根据本发明的可转位刀片，其中高压烧结材料和硬质合金被结合；
- 图 4 是根据本发明的由高压烧结材料制成的可转位刀片；
- 10 图 5 是可转位刀片孔结构，示出了实施例 1；
- 图 6 是可转位刀片孔结构，示出了实施例 2；
- 图 7 是可转位刀片孔结构，示出了实施例 3；
- 图 8 是可转位刀片，示出了实施例 4；
- 图 9 是可转位刀片孔结构，示出了实施例 4；
- 15 图 10 是可转位刀片，示出了实施例 5；
- 图 11 是可转位刀片孔结构，示出了实施例 5；
- 图 12 是可转位刀片孔结构，示出了实施例 6；
- 图 13 是夹紧孔结构，示出了实施例 7，其中：
- (A) 是内接圆和外接圆直径差为  $24\ \mu\text{m}$  的情况，和
- 20 (B) 是内接圆和外接圆直径差为  $8\ \mu\text{m}$  的情况；
- 图 14 是可转位刀片，示出了实施例 8；和
- 图 15 是可转位刀片孔结构，示出了实施例 8。

### 具体实施方式

25 以下将根据图 2-4 说明本发明的实施例。

图 2 代表根据本发明一个方面的可转位刀片的一个例子。通过在图中的 1 处在超高压下整体烧结包括 cBN 烧结物质或金钢石烧结物质的高压烧结材料部分，以及在 2 处硬质合金部分来形成可转位刀片；在可转位刀片切削面的中心部分中形成它的夹紧孔 5 部分。如图 2 (B) 中的截面图

30 所示，用于夹紧到工具柄上的孔 5 的直径在切削面上最大，朝向安装座减



小，并且，从可转位刀片中部附近到安装座的半径不变。当将可转位刀片安装到工具柄上时，可转位刀片通过夹紧螺钉的接触部分 7 被夹紧螺钉夹紧，如图 2 (B) 中 6 处所示。理想的是使夹紧螺钉在高强度的硬质合金部分上接触。

5 图 3 代表根据本发明另一方面的可转位刀片。在可转位刀片的工具柄夹紧孔 5 部分的切削面端部中是直径不变的部分 8；在该部分以外朝向安装座处，所述孔具有与如上所述的图 2 所示的可转位刀片的工具柄夹紧孔部分相同的形状。在本发明的该方面中，由于与可转位刀片接触的夹紧螺钉接触部分 7 靠近安装座——由于上述的半径不变的部分的存在——螺钉的冠部埋入与切削面平齐的位置或者超过切削面埋入朝向安装座凹陷的位置处，从而在这种情况下夹紧螺钉不会阻碍经过切削面的碎屑的流出。

10 图 4 代表根据本发明另一方面的可转位刀片。可转位材料整体由 cBN 烧结物质或金刚石烧结物质形成，并且形成有与图 3 所示的本发明的一个方面中的夹紧孔具有相同形状的夹紧孔。利用具有高热导性的高压烧结材料形成整个可转位刀片提高了工具总体的热传递，使得在诸如没有致冷剂的高速切削期间之类的环境下在切削刃部分中产生的热能够快速扩散到夹持部分，从而有可能防止由于过热而在切削刃部分中产生碎屑，并防止在工具构造中与热膨胀导致的变化有关的加工精度的降低。

20 接着，将通过举例的方式以例子说明本发明的细节。

### 实施例 1

利用由特氟纶<sup>®</sup>制成的罐和硬质合金球，在乙醇中混合由重量比为 30% 的 TiN、5% 的 Ti、15% 的 Al 组成的平均粒度为 1 $\mu$ m 或更小的粘结剂粉末与 50% 的平均粒度为 2 $\mu$ m 的 cBN 粉末，以获得混合粉末；对混合物在真空环境内、1000 $^{\circ}$ C 下热处理 30 分钟，然后将其装入硬质合金容器中并在温度为 1300 $^{\circ}$ C、压力为 4Gpa 下烧结 60 分钟，产生 cBN 烧坯。由 X 射线衍射来分析烧坯，以鉴别其中的 cBN、TiN、TiB<sub>2</sub>、AlN、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>。

30 利用激光加工在 cBN 烧坯中加工具有图 5 所描述的形状的孔，所述烧坯由上述方法获得，并与硬质合金一起整体烧结。利用由 Lasertec

(Deckel Maho) GmbH 制造的 DML-40 激光铣床进行所述加工。孔结构的总厚度 (A) 为 3.97mm; 在切削面中的孔直径 (B) 为  $\phi 7.0\text{mm}$ ; 在安装座中的孔直径 (C) 为  $\phi 4.4\text{mm}$ ; 及在切削面端部孔的张角 (D) 为  $60^\circ$ 。表 I 说明了加工条件。这里定义的“激光功率”是指在 YAG 棒出口 (rod exit) 处的激光输出功率; “脉冲频率”是指 Q 开关的脉冲频率; 滚花节距是指由激光束扫描时的进给宽度。激光束的移动速度固定为 500mm/秒。

对于每一被加工的孔, 测量在每一种情况中加工所需要的时间、孔部分的内表面的 cBN 部分的 10 点平均表面粗糙度 (Rz) 以及硬质合金部分的 10 点平均表面粗糙度 (Rz), 及在硬质合金部分中热变形层的厚度。从这些结果可以明显地看出, 适合的条件为: 激光功率 80-95W、及滚花节距 15-30 $\mu\text{m}$ , 在这样的条件下, 有可能在相对较短的时间内进行加工, 被加工表面的特性良好, 并且热破坏的程度是微小的。这里, 请注意, 激光振荡脉冲频率在 20kHz 至 50kHz 的范围内变化, 但很明显, 脉冲频率与热影响深度和被加工表面的特性没有强相关关系。

15

表 I

No.	激光功率 W	脉冲频率 kHz	滚花节距 $\mu\text{m}$	钻孔操作时间	表面粗糙度 $\mu\text{m}$		热破坏层 (硬质合金层) $\mu\text{m}$
					Rz(cBN 层)	Rz(硬质合金层)	
1	60	20	15	硬质合金层加工不可能	-	-	-
2	60	20	30	硬质合金层加工不可能	-	-	-
3	60	20	50	硬质合金层加工不可能	-	-	-
4	70	20	15	25min42s	2.8	3.8	29
5	70	20	30	25min30s	3.1	4.2	27

6	70	20	50	25min11s	5.8	7.5	28
7	80	20	15	18min24s	2.9	4.2	33
8	80	20	30	18min10s	3.5	4.9	31
9	80	20	50	18min05s	6.5	7.9	31
10	90	20	15	13min11s	2.8	5.8	35
11	90	20	30	12min54s	3.6	6.2	31
12	90	20	50	12min50s	6.9	9.2	27
13	95	20	15	12min30s	3.0	5.7	38
14	95	20	30	12min21s	3.1	6.5	32
15	95	20	50	12min15s	7.3	11.8	33
16	100	20	15	10min33s	3.3	6.6	47
17	100	20	30	10min20s	4.0	7.3	42
18	100	20	50	10min07s	7.5	14.2	38
19	90	35	15	13min30s	3.0	6.4	33
20	90	50	15	13min55s	2.5	5.0	25

## 实施例 2

利用由特氟纶®制成的罐和硬质合金球，在乙醇中混合由重量比为 15% 的 Co、5% 的 Al 组成的平均粒度为  $2\mu\text{m}$  或更小的粘结剂粉末与 80% 的平均粒度为  $5\mu\text{m}$  的 cBN 粉末，以获得混合粉末；对混合物在真空环境  
5 内、在  $1200^{\circ}\text{C}$  的条件下热处理 30 分钟，然后将其装入硬质合金容器中并在温度为  $1400^{\circ}\text{C}$ 、压力为  $5\text{Gpa}$  下烧结 60 分钟，产生 cBN 烧坯。由 X 射线衍射来分析烧坯，以鉴别其中的 cBN、CoWB、 $\text{Co}_2\text{W}_2\text{B}$ 、AlN 和  $\text{AlB}_2$  及微量的 WC 和  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 。

15 以与实施例 1 相同的方法，利用激光加工在 cBN 烧坯中加工图 6 所示形状的孔，所述烧坯由前述方法获得，但不包含硬质合金。孔结构的总厚度 (A) 为  $3.97\text{mm}$ ；在切削面中的孔直径 (B) 为  $\phi 6.0\text{mm}$ ；在安装座中的孔直径 (C) 为  $\phi 3.9\text{mm}$ ；及在孔向切削面端部张开处 (E) 的曲率半径为  $R=4.0\text{mm}$ ；在切削面端部，固定半径部分具有  $0.45\text{mm}$  的深度 (F)。表 II 说明了加工条件。

表 II

No	激光功率 W	脉冲频率 kHz	滚花节距 $\mu\text{m}$	钻孔操作时间	表面粗糙度 Rz( $\mu\text{m}$ )	热破坏层 $\mu\text{m}$
1	50	20	15	加工不可能	-	-
2	50	20	30	加工不可能	-	-
3	50	20	50	加工不可能	-	-
4	60	20	15	20min22s	2.2	15
5	60	20	30	20min10s	2.4	17
6	60	20	50	19min55s	3.6	14
7	70	20	15	15min42s	2.9	16
8	70	20	30	15min30s	3.0	18
9	70	20	50	15min11s	5.4	17
10	80	20	15	12min24s	3.0	22
11	80	20	30	12min10s	3.3	24
12	80	20	50	12min05s	6.2	24
13	90	20	15	9min11s	2.9	28
14	90	20	30	9min54s	3.4	27
15	90	20	50	9min50s	6.5	24
16	95	20	15	8min43s	3.1	33
17	95	20	30	8min31s	3.8	29
18	95	20	50	8min25s	6.6	32
19	100	20	15	7min33s	3.6	38
20	100	20	30	7min20s	4.5	40
21	100	20	50	7min07s	7.3	38

对于每一被加工的孔，测量在每一情况下加工所需要的时间、孔部分的内表面的 10 点平均表面粗糙度 (Rz) 及热变形层的厚度。从这些结果可以明显地看出，适当的条件为：激光功率为 70-95W 及滚花节距为 15-30 $\mu\text{m}$ ，在该条件下，有可能在较短的时间内加工，被加工表面的特性良好，并且热破坏的程度是微小的。

### 实施例 3

利用硬质合金罐和球，在乙醇中混合重量比为 95%、平均粒度为 1 $\mu\text{m}$  的金刚石粉末与 5% 的平均粒度为 1 $\mu\text{m}$  或更小的 Co 粉末，以获得混合粉末；对混合物在真空气氛内、1200 $^{\circ}\text{C}$  的条件下热处理 30 分钟，然后层压到 Co 板上。将所述层压制品装入硬质合金容器中并在温度为 1500 $^{\circ}\text{C}$ 、压

力为 5Gpa 下烧结 60 分钟，产生烧结金刚石复合片。由 ICP 对烧结金刚石复合片的成份进行分析，其中，就体积比而言，87%为金刚石、8%为 Co，其它为 W 和 C。

5 与实施例 1 相同的方法，利用激光加工在烧结金刚石复合片中加工图 7 所示形状的孔，所述烧结金刚石复合片由前述方法获得，并与硬质合金一起整体烧结。孔结构的总厚度 (A) 为 1.59mm；在切削面中的孔直径 (B) 为  $\phi 3.0\text{mm}$ ；在安装座中的孔直径 (C) 为  $\phi 2.2\text{mm}$ ；及在切削面端部中的孔的张角 (D) 为  $60^\circ$ ；在切削面端部中的固定半径部分具有 0.4mm 和深度 (F)。表 III 说明了加工条件。

10

表 III

No	激光功率 W	脉冲频率 kHz	滚花节距 $\mu\text{m}$	钻孔操作时间	表面粗糙度 Rz( $\mu\text{m}$ )	热破坏层 $\mu\text{m}$
1	50	35	15	17min33s	2.1	18
2	50	35	30	17min21s	2.2	16
3	50	35	50	17min10s	3.3	15
4	60	35	15	15min22s	2.2	17
5	60	35	30	15min10s	2.4	17
6	60	35	50	15min02s	3.6	14
7	70	35	15	12min55s	2.9	19
8	70	35	30	12min40s	3.0	20
9	70	35	50	12min33s	5.4	17
10	80	35	15	11min32s	3.0	25
11	80	35	30	11min21s	3.3	28
12	80	35	50	11min15s	6.2	20
13	90	35	15	10min25s	4.5	58
14	90	35	30	10min15s	5.3	60'
15	90	35	50	10min12s	9.5	55
16	95	35	15	9min55s	-	对 PCD 部分巨大破坏
17	95	35	30	9min42s	-	对 PCD 部分巨大破坏
18	95	35	50	9min32s	-	对 PCD 部分巨大破坏

对于每一被加工的孔，测量在每种情况下加工所需要的时间、烧结金

1 金刚石复合片部分的孔部分的内表面的 10 点平均表面粗糙度 (Rz) 及热变形层的厚度。从这些结果可以明显地看出, 适当的条件为: 激光功率为 60-80W 及滚花节距为 15-30 $\mu\text{m}$ , 在该条件下, 有可能在较短的时间内加工, 加工的表面特性良好, 并且热破坏的程度是微小的。

5

#### 实施例 4

10 利用由特氟纶<sup>®</sup>制成的罐和硬质合金球, 在乙醇中混合由重量比为 25%的 TiN、5%的 Ti 和 18%的 Al 构成的平均粒度为 1 $\mu\text{m}$  或更小的粘结剂粉末与 52%的平均粒度为 1 $\mu\text{m}$  的 cBN 粉末, 以获得混合粉末; 对混合物在真空环境内、1000 $^{\circ}\text{C}$ 的条件下热处理 30 分钟, 将其装入硬质合金容器中并在温度为 1350 $^{\circ}\text{C}$ 、压力为 4.8Gpa 下烧结 60 分钟, 产生 cBN 烧坯。由 X 射线衍射对烧坯进行分析, 以鉴别其中的 cBN、TiN、TiB<sub>2</sub>、AlB<sub>2</sub>、AlN、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>。

15 由前述方法获得的与硬质合金烧结为一体的 cBN 烧坯通过线放电加工被切割成形, 接着进行外周抛光操作, 从而制成图 8 所示的直径为 10mm 和厚度 3.18mm 的圆形可转位刀片。此外, 利用激光加工在刀片中加工出图 9 所示形状的孔。孔结构的总厚度 (A) 为 3.18mm; 在切削面中的孔直径 (B) 为  $\phi$  6.0mm; 在安装座中的孔直径 (C) 为  $\phi$  3.9mm; 在孔向切削面端部张开处 (E) 的曲率半径为 R=4.0mm; 在切削面端部中的固定半径部分的深度 (F) 为 0.45mm。实施加工的条件为: 激光输出功率 90W, 20 脉冲频率为 25kHz, 滚花节距为 15 $\mu\text{m}$ 。

25 作为与其比较的例子, 使用放电加工在与刚描述的烧坯相同的烧坯中形成具有相同结构的孔。在放电加工操作中, 首先, 为了从切削面到安装座钻一通孔, 利用直径为 1mm 的电极执行放电加工; 下一步, 通过线放电加工出直径为 3.9mm 的圆柱形孔; 接下来, 在孔上使用放电电极来实施放电加工, 并使其具有图 8 所示的结构, 其中所述放电电极已被加工成孔的最后形状。

上述的加工操作结果在表 IV 中说明。

30

表 IV

	孔加工方法	钻孔操作时 间 (min)	表面粗糙度 Rz( $\mu\text{m}$ )
No.1	激光加工	12min12s	CBN: 2.48 硬质合金: 3.8
比较例 1	放 电 加 工 (EDM+WEDM)	108min	CBN:3.11 硬质合金: 4.8

为了加工具有相同形状的孔，与放电加工相比，通过激光加工在钻孔操作中加工可在极短的时间内进行。

### 5 实施例 5

利用由特氟纶<sup>®</sup>制成的球和罐，在乙醇中将重量比为 30%、平均粒度为  $5\mu\text{m}$  或更小的 cBN 粉末与 70%、平均粒度为  $10\mu\text{m}$  的 cBN 粉末混合，以获得混合粉末；对混合物在真空内、 $1000^\circ\text{C}$  的条件下热处理 30 分钟，并层压到 Al 板上。该层压制品被装入硬质合金容器中并在温度为  $1350^\circ\text{C}$ 、  
10 压力为  $4.8\text{Gpa}$  下烧结 60 分钟，产生 cBN 烧坯。由 X 射线衍射对烧坯进行分析，来鉴别其中的 cBN、AlN 和  $\text{AlB}_2$ 。

由于通过前述方法获得的 cBN 烧坯—其不包含硬质合金—不具有导电性，不能进行放电加工，因此通过高功率激光加工切削成形，接着进行外周抛光操作，从而制成图 10 所示的直径为  $6.35\text{mm}$ 、厚度为  $2.38\text{mm}$  的  
15 菱形可转位刀片。接着，利用激光加工在可转位刀片的中心部分中加工出具有图 11 所示形状的孔。孔结构的总厚度 (A) 为  $2.83\text{mm}$ ；在切削面中的孔直径 (B) 为  $\phi 3.75\text{mm}$ ；在安装座中的孔直径 (C) 为  $\phi 2\text{mm}$ ；在孔向切削面端部张开处 (E) 的曲率半径为  $R=2.8\text{mm}$ ；及在切削面端部中的固定半径部分的深度 (F) 为  $0.3\text{mm}$ 。加工的条件为：激光输出功率为  $85\text{W}$ ，  
20 脉冲频率为  $30\text{kHz}$ ，滚花节距为  $25\mu\text{m}$ 。

作为与此比较的例子，用砂轮进行研磨操作以形成具有相同结构的孔。在使用砂轮的研磨操作中，首先，利用直径为  $2.8\text{mm}$  的圆柱形砂轮铸件加工出圆柱形孔，此后，利用在与孔一致的模具中制造的砂轮将孔加工成最终的形状。

上述加工操作的结果在表 V 中说明。

表 V

	孔加工方法	钻孔操作时间 (min)	表面粗糙度 Rz( $\mu\text{m}$ )
No.1	激光加工	12min12s	2.37
比较例 1	砂轮 - 研磨操作	80hrs	2.05

为了加工具有相同形状的孔，与利用砂轮的研磨操作相比，通过激光加工在钻孔操作中加工可在极短的时间内进行。如本实施例所述，对于在高压烧结材料上钻孔的作业，利用根据本发明的激光加工的加工速度与研磨操作相比显著加快，其中所述高压烧结材料不具有导电性，不能进行放电加工，因此，本发明的激光加工具有很大优点。

#### 实施例 6

10 利用硬质合金罐和球，在乙醇中将重量比为 95%、平均粒度为  $1\mu\text{m}$  的金刚石粉末与 5%、平均粒度为  $1\mu\text{m}$  或更小的 Co 粉末混合，以获得混合粉末；对混合物在真空环境内、 $1200^\circ\text{C}$  的条件下热处理 30 分钟，然后层压到 Co 板上。将所述层压制品装入硬质合金容器中并在温度为  $1500^\circ\text{C}$ 、压力为 5Gpa 下烧结 60 分钟，产生烧结金刚石复合片。由 ICP 对烧

15 结金刚石复合片的成份进行分析，其中，就体积比而言，87%为金刚石、8%为 Co，其它为 W 和 C。

由前述方法获得的烧结金刚石复合片利用线放电加工被切削成形，所述烧结金刚石复合片与硬质合金一起整体烧结，接着，经外周抛光操作后，通过电火花线切割切削成形，通过外周抛光制成内接圆直径为  $\phi 3.97\text{mm}$ 、厚度为  $1.59\text{mm}$  的等边三角形刀片。此外，利用激光加工在可转位刀片中加工出具有图 12 所示形状的孔。孔结构的总厚度 (A) 为  $1.59\text{mm}$ ；在切削面中的孔直径 (B) 为  $\phi 3.0\text{mm}$ ；在安装座中的孔直径 (C) 为  $\phi 2.2\text{mm}$ ；及孔向切削面端部张开处 (E) 的曲率半径  $R=3.0\text{mm}$ ；及在切削面端部中的固定半径部分具有  $0.4\text{mm}$  的深度 (F)。进行加工的条件为：激光输出功率为 70W，脉冲频率为 35kHz，滚花节距为  $15\mu\text{m}$ 。

25



作为与此比较的例子，用放电加工在与上述相同的烧坯中形成具有相同结构的孔。在放电加工操作中，首先，为了从切削面到安装座钻一通孔，利用直径为 1mm 的电极执行放电加工；下一步，通过线放电加工出直径为 2.2mm 的圆柱形孔；接下来，使用放电电极在孔上实施放电加工，并使其具有图 12 所示的结构，其中所述放电电极已被加工成孔的最后形状。

上述的加工操作结果在表 VI 中说明。

表 VI

	孔加工方法	钻孔操作时间 (min)	表面粗糙度 Rz ( $\mu\text{m}$ )
No.1	激光加工	12min25s	PCD: 2.87 硬质合金: 4.9
比较例 1	放电加工 (EDM+WEDM)	101min	CBN: 2.98 硬质合金: 4.3

为了加工相同结构的孔，与放电加工相比，通过激光加工在钻孔操作中加工可在极短的时间内进行。

10

### 实施例 7

通过改变与切削面平行的夹紧孔部分的截面形状，可研究可转位刀片承受夹紧转矩的强度，其中夹紧螺钉与所述夹紧孔接触。利用在实施例 2 中制备的 cBN 烧坯制造内接直径为  $\phi 6.35\text{mm}$ 、厚度为 2.38mm 的菱形可转位刀片；利用激光加工通过刀片的中心部分钻出夹紧孔，并利用 M3.5 的平头螺钉将刀片夹紧到工具柄上。

分别利用在卡圈以下用铜箔作为缓冲材料包裹的夹紧螺钉和没有这样包裹的夹紧螺钉来评估两类孔，其中在一类孔中，在平行于切削面的截面中，与夹紧螺钉相接触的部分的内接圆和外接圆的直径差为  $24\mu\text{m}$ （见图 13 (A)），在另一类孔中，该直径差为  $8\mu\text{m}$ （图 13 (B)）。在若干测试条件中的每个条件下对 5 个可转位刀片进行测试；利用转矩扳手以预定的夹紧力将可转位刀片紧固到工具柄上，通过裂纹出现的数量来评估可转位刀片。这里，注意，在测试中使用的用于夹紧螺钉的标准夹紧转矩为  $2.5\text{N}\cdot\text{m}$ 。测试结果在表 VII 中说明。

20

表 VII

	紧固转矩值 (N·m)					
	2.0	2.5	3.0	3.25	3.5	3.75
No.1	好	2	不好	不好	不好	不好
No.2	好	好	3	不好	不好	不好
No.3	好	好	好	1	3	不好
No.4	好	好	好	好	好	1

在表 VII 中：No.1 表示内接圆和外接圆直径差为  $24\mu\text{m}$  的情况；No.2 表示铜箔缓冲材料用于 No.1 的情况；No.3 表示内接圆和外接圆直径差为  $8\mu\text{m}$  的情况；No.4 表示铜箔缓冲材料用于 No.3 的情况。在表中，“好”标记是在可转位刀片中未出现裂纹的情况；“不好”标记表示在所有可转位刀片中都出现裂纹的情况；数字表示被测试的 5 个项目中出现裂纹的个数。当在平行于切削面的方向上与夹紧螺钉接触的夹紧孔部分的截面形状接近真正的圆形时，可转位刀片抵抗裂纹的强度较大；同样地，在夹紧螺钉和可转位刀片之间提供缓冲材料降低了可转位刀片的脆性，而脆性较大可能产生裂纹。这里，注意在 cBN 烧坯与硬质合金物质整体烧结的情况下，当与夹紧螺钉接触的区域位于硬质合金部分中时，由于在本实验的测试条件下在可转位刀片中不产生裂纹，因此不存在由于夹紧螺钉的紧固而抵抗裂纹的问题。

#### 15 实施例 8

利用由特氟纶<sup>®</sup>制成的罐和硬质合金球，在乙醇中将由重量比为 20% 的 TiN、5% 的 Ti 和 25% 的 Al 构成的平均粒度为  $1\mu\text{m}$  或更小的粘结剂粉末与 50% 的平均粒度为  $1\mu\text{m}$  的 cBN 粉末混合，以获得混合粉末；对混合物在真空环境内、 $1000^\circ\text{C}$  的条件下热处理 30 分钟，将其装入硬质合金容器中并在温度为  $1350^\circ\text{C}$ 、压力为 4.5Gpa 下烧结 60 分钟，产生 cBN 烧坯。由 X 射线衍射对烧坯进行分析，以鉴别其中的 cBN、TiN、 $\text{TiB}_2$ 、 $\text{AlB}_2$ 、AlN、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 。

利用由前述方法获得的与硬质合金烧结为一体的 cBN 烧坯，形成图 14 所表示的直径为  $\phi 7\text{mm}$ 、厚度为 1.99mm 和后角为  $15^\circ$  的圆形可转位

刀片。利用激光加工通过该可转位刀片的中心部分加工出图 15 所示形状的夹紧孔。孔结构的总厚度 (A) 为 1.99mm; 在切削面中的孔直径 (B) 为  $\phi 3.65\text{mm}$ ; 在安装座中的孔直径 (C) 为  $\phi 2.75\text{mm}$ ; 在孔向切削面端部张开处 (E) 的曲率半径为  $R=2.85\text{mm}$ ; 在切削面端部中的固定半径部分的深度 (F) 为 0.45mm。实施加工的条件为: 激光输出功率 90W, 脉冲频率为 25kHz, 滚花节距为  $15\mu\text{m}$ 。

利用夹紧螺钉将该可转位刀片装配到用于直径为 20mm 的立铣刀的工具柄上, 实施螺旋铣削以对碎屑排出能力进行评估。采用回火 SKD-61 材料 (HRC-63) 作为工件。作为比较, 在相同的条件下对前述的圆形可转位刀片实施切削试验, 但是其中在刀片中还没有形成安装孔, 采用连接夹紧系统将可转位刀片安装到工具柄上, 在所述夹紧系统中沿着可转位刀片的切削面使用夹具。测试结果在表 VIII 中列出。

表 VIII

	端铣刀直径	切削刃数目	铣切条件			碎屑排出能力
			切削速度 (m/min)	进给速度 (mm/切削刃)	切削深度 (mm)	
No.1	$\phi 20$	4	600	0.05	0.2	好
			600	0.07	0.2	好
			600	0.1	0.5	好
			600	0.13	0.5	好
比较 例 1	$\phi 20$	3	600	0.05	0.2	好
			600	0.07	0.2	好
			600	0.1	0.5	不好
			600	0.13	0.5	不好

在上表中, “好” 表示排屑良好; “不好” 表示由于碎屑咬入被加工表面, 使被加工表面中产生不可接受状态。与通过夹紧系统进行安装从而产生碎屑堵塞故障的情况相比, 当在刀片中钻夹紧孔并且通过夹紧螺钉将刀片安装到工具柄上时, 由于没有障碍物阻止碎屑在切削面上的流动, 有可

能在没有碎屑堵塞的情况下进行稳定的加工。

并且，在通过夹紧系统安装的情况中，由于部件结构复杂，可被安装到工具柄上的刀片数量为3，其中每个刀片带有切削刃；因此，如果铣削条件确定为每一刃的进给速度相同，则利用带有孔的可转位刀片并带有4个刀片/刃的端铣刀的实际铣削速率将会更快。

另外，当进行高速切削时，工具柄的rpm（每分钟转速）增加，从而增加作用在可转位刀片上的离心力。在这样的情况下，如果通过夹紧系统安装，则可转位刀片有可能飞脱，但是如果利用夹紧孔通过夹紧螺钉进行安装，则没有风险。

#### 10 工业适用性

如上所述，本发明提供一种可转位刀片，其对切削操作期间的冲击力和重复应力的耐受力高，易于连接到工具柄上，并且，利用该可转位刀片，由于安装器具不显著突出刀片外部，因此，与被加工材料的干扰很小，排屑能力良好。

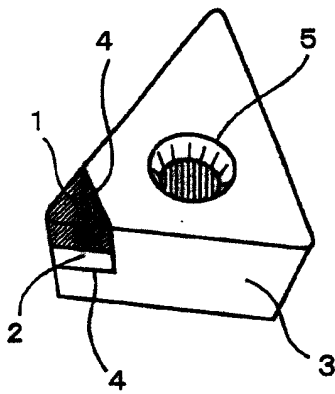


图 1(A)

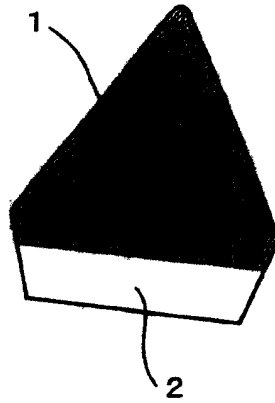


图 1(B)

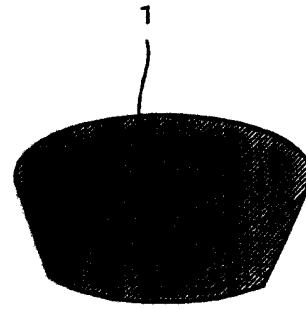


图 1(C)

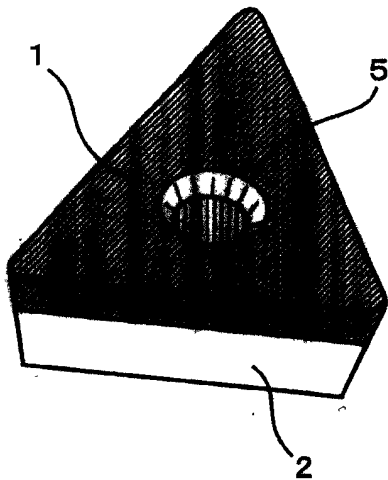


图 2(A)

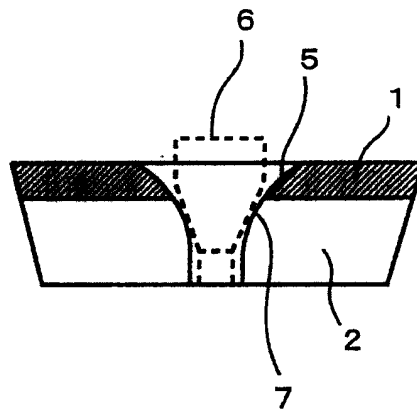


图 2(B)

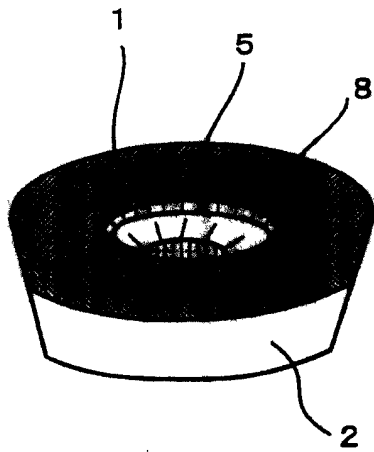


图 3(A)

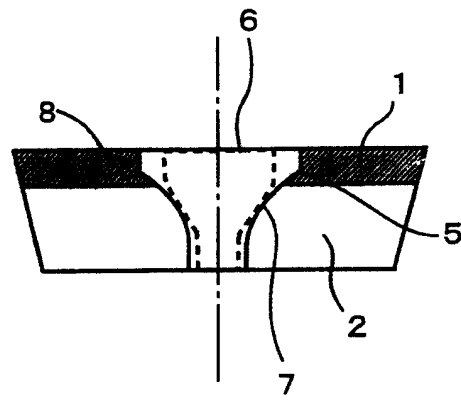


图 3(B)

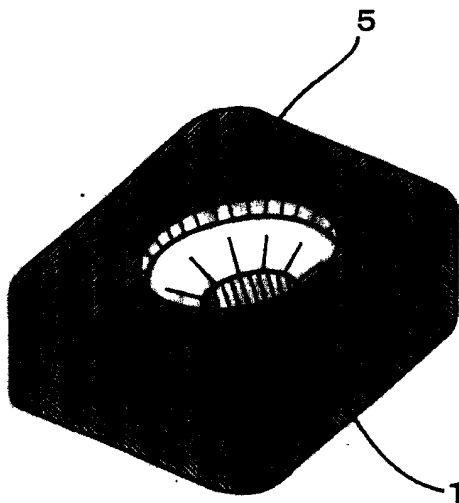


图 4(A)

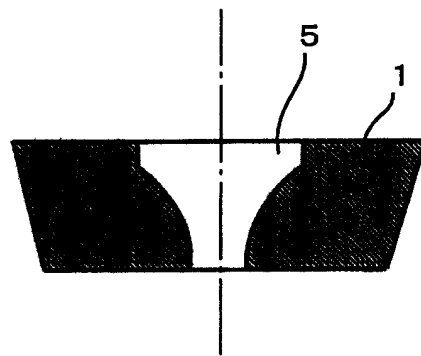


图 4(B)

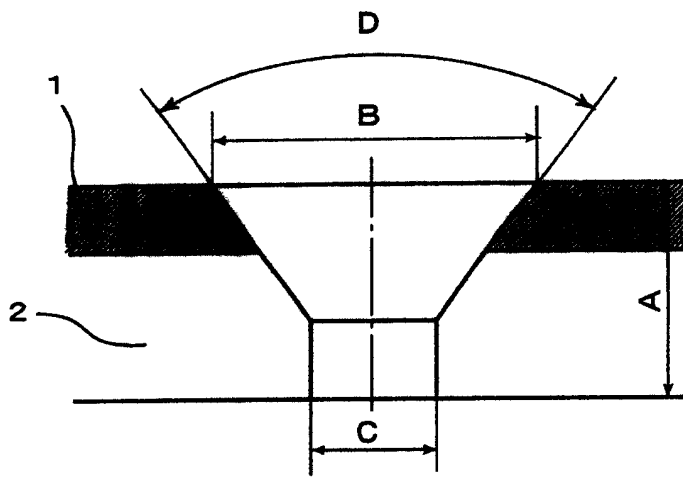


图 5

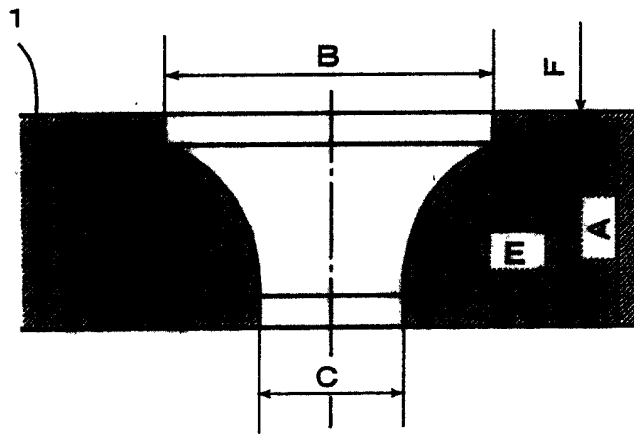


图 6

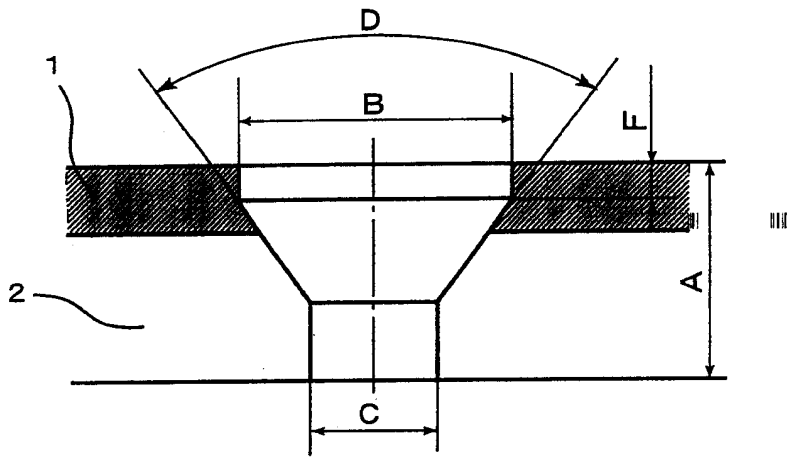


图 7

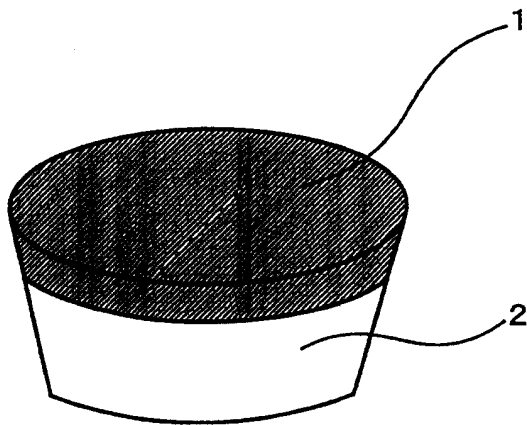


图 8



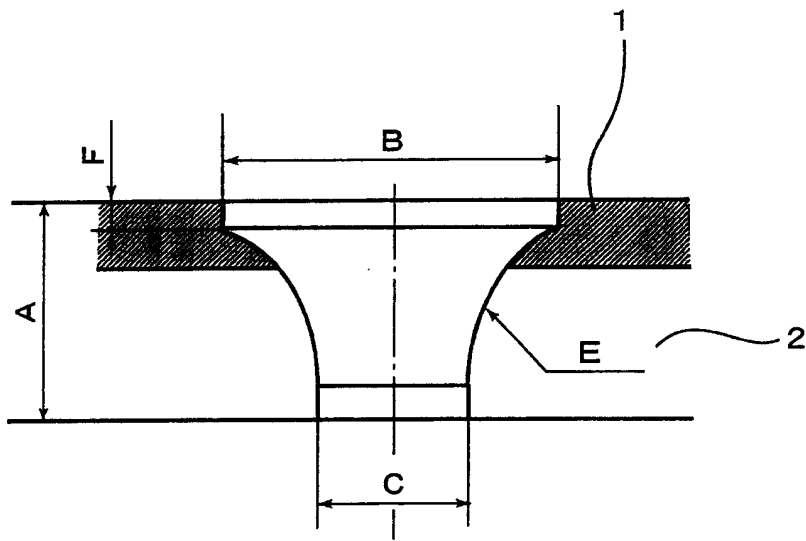


图 9

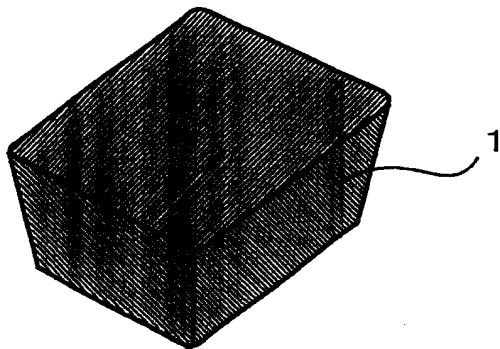


图 10

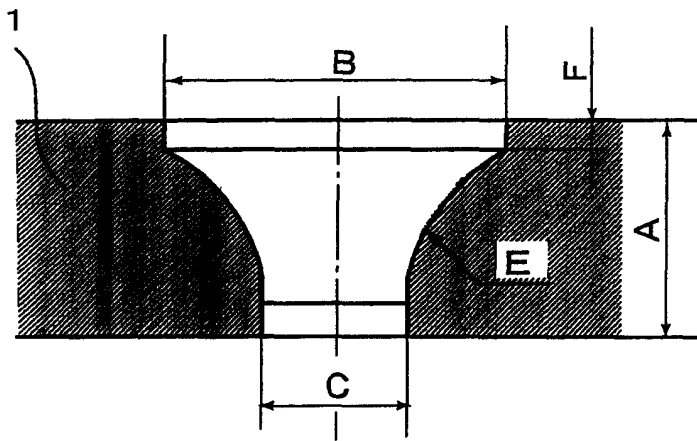


图 11

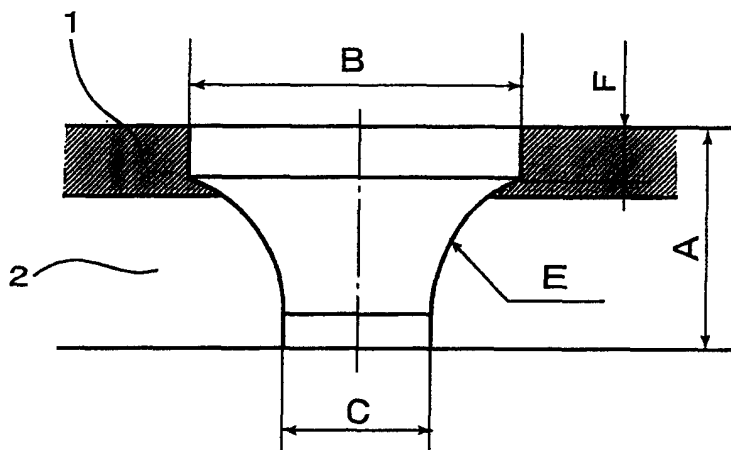


图 12

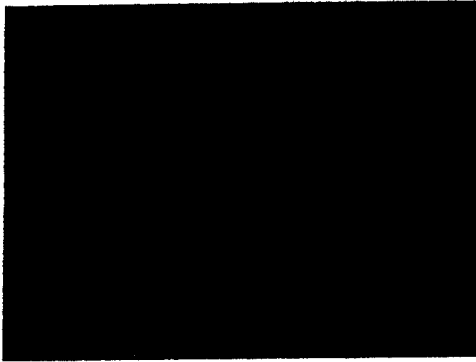


图 13(A)

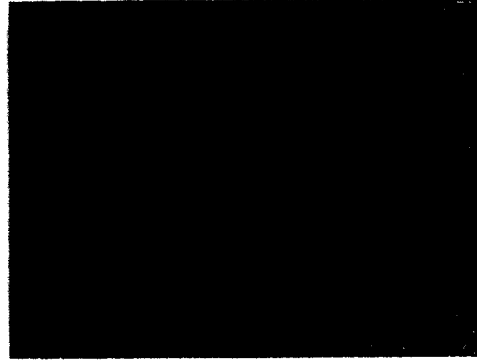


图 13(B)

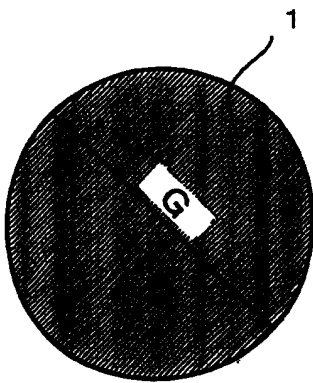


图 14(A)

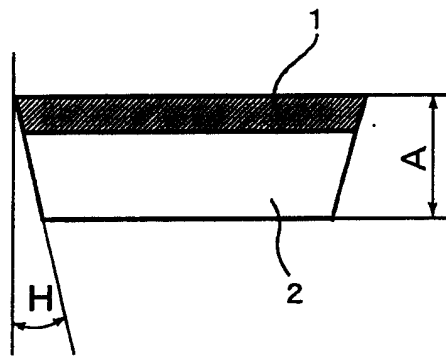


图 14(B)

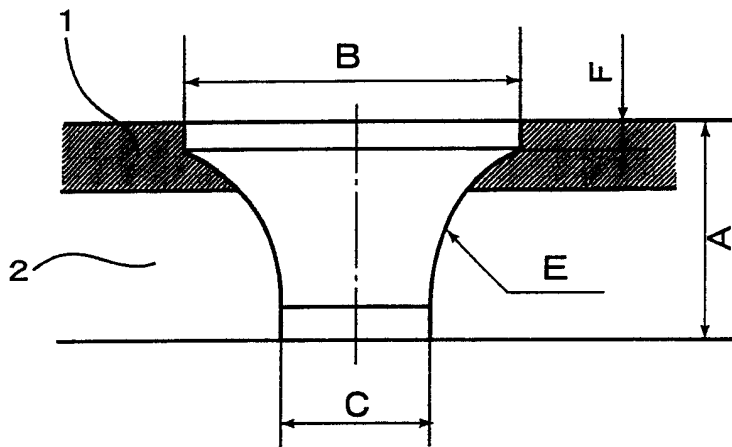


图 15