



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110366468 A

(43)申请公布日 2019.10.22

(21)申请号 201880010386.0

(22)申请日 2018.02.01

(30)优先权数据

17155169.0 2017.02.08 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.08.06

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2018/052465 2018.02.01

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2018/145980 EN 2018.08.16

(71)申请人 贝卡尔特公司

地址 比利时西弗兰德省兹韦弗赫姆

(72)发明人 J·瓦尼克 T·贝克兰特

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 王茂华 范怀志

(51)Int.Cl.

B23D 61/18(2006.01)

B28D 1/08(2006.01)

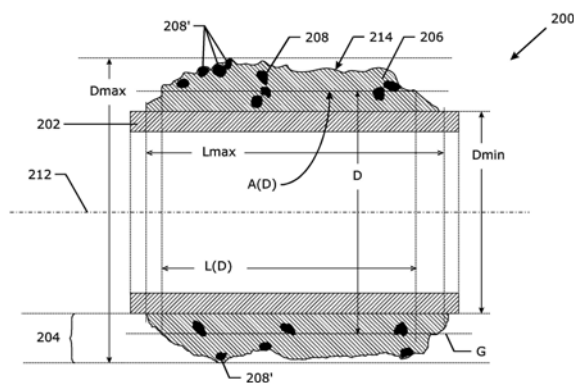
权利要求书1页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

具有降低的扁平化行为的锯珠和包括这种锯珠的锯帘线

(57)摘要

用于锯切诸如大理石、花岗岩、砖、混凝土等天然或人工石材的锯帘线在使用中的一个反复出现的问题是：在锯帘线的使用期间，锯珠可能产生扁平面，从而妨碍锯帘线旋转并进而导致锯帘线一侧被优先磨损。由于锯帘线锯珠的仅一侧被磨蚀，锯帘线只能被过早丢弃。发明人发现，为了克服这一扁平化问题，有利的是平均工作长度（即，接触工件的锯珠的平均轴向长度）必须随着直径的减小而单调递增。以这种方式，锯珠和工件之间因锯珠直径减小而损失的接触面积通过增加的工作长度来补偿。因此，与现有技术锯珠不同，本发明锯珠上的接触压力在锯珠的整个使用寿命期间保持基本恒定。在现有技术锯珠中，由于接触面积随直径减小而变小，锯珠上的接触压力随之增加。



1. 一种用于锯帘线的锯珠,所述锯珠包括
 - 金属套筒,所述金属套筒具有对称轴线,所述金属套筒的外套筒直径为 D_{min} ;
 - 磨料层,所述磨料层沿外周向而被附接至所述金属套筒并径向延伸至最大直径 D_{max} ;所述磨料层具有工作面积,所述工作面积等于所述磨料层与柱面交叉的面积,所述柱面与所述对称轴线同心,所述柱面的直径 D 从 D_{max} 减小至 D_{min} ,其中平均工作长度等于所述工作面积除以具有所述直径 D 的所述柱面的周长,
其特征在于,所述平均工作长度随着所述直径 D 的减小而单调递增。
2. 根据权利要求1所述的锯珠,其中所述平均工作长度随着所述直径的减小而严格单调递增。
3. 根据权利要求1至2中任一项所述的锯珠,其中 D_{min} 处的平均工作长度为 L_{max} ,并且其中所述平均工作长度随所述直径减小而增加的速率是 L_{max}/D_{min} 的至少三分之一、并且至多为 L_{max}/D_{min} 。
4. 根据权利要求1至2中任一项所述的锯珠,其中 D_{min} 处的平均工作长度为 L_{max} ,并且其中所述平均工作长度随所述直径减小而增加的速率约为 L_{max}/D_{max} 。
5. 根据权利要求1至4中任一项所述的锯珠,其中 D_{min} 处的所述平均工作长度在8mm和9mm之间,并且其中 D_{min} 在4.5mm和5.5mm之间,并且其中所述直径每减小100 μm ,所述平均工作长度增加至少50 μm 。
6. 根据权利要求5所述的锯珠,其中所述直径每减小100 μm ,所述平均工作长度增加不超过180 μm 。
7. 根据权利要求5至6中任一项所述的锯珠,其中所述直径每减小100 μm ,所述平均工作长度增加至少75 μm 但不超过120 μm 。
8. 根据权利要求1所述的锯珠,其中对于大于 D_{min} 且小于或等于所述最大直径 D_{max} 的任意直径,在任意工作直径处的所述工作面积保持小于在所述工作直径处的所述柱面的周长与在所述外套筒直径 D_{min} 处的所述平均工作长度的乘积。
9. 根据权利要求8所述的锯珠,其中所述工作面积随着所述直径减小而增加或保持基本恒定。
10. 根据权利要求1-9中任一项所述的锯珠,在处于未使用状态时,其中所述磨料层包括保持在金属基质中的磨粒,所述磨料层具有外表面,所述外表面显示出保持在所述金属基质材料中的突出磨粒。
11. 根据权利要求1至10中任一项所述的锯珠,其中所述磨料层包括保持在金属基质中的磨粒,所述金属基质材料显示出树枝状金相结构。
12. 根据权利要求1至11中任一项所述的锯珠,其中所述磨料层通过激光熔覆技术沉积而成。
13. 一种锯帘线,包括载体帘线和根据前述权利要求中任一项所述的锯珠,所述锯珠穿在所述载体帘线上,所述锯珠通过聚合物套筒彼此分离。
14. 根据权利要求13所述的锯帘线,其中所述锯珠通过聚合物而被牢固地附接至所述载体帘线。

具有降低的扁平化行为的锯珠和包括这种锯珠的锯帘线

技术领域

[0001] 本发明涉及用于锯帘线中的锯珠。锯帘线被用于切割诸如大理石、花岗岩、砖、混凝土等材料的天然或人造石材等材料。本发明还延伸至使用本发明的锯珠的锯帘线。

背景技术

[0002] 锯帘线越来越多地被用于锯机，以用于铺设大块天然或人造石材。在这种机器中，多个锯帘线环（有时多达50个或更多）由大滑轮驱动并且被沉入待被锯切的石块中。锯帘线以高速（120km/h）运行。冷却剂被喷洒在锯帘线上以用于冷却并排出切屑。在一个单次操作中，整个块被以每小时约30cm的锯速切割成板坯。

[0003] 锯帘线由载体绳（通常是钢丝绳）制成，锯帘线上穿有锯珠。载体绳借助于接头而被封闭成环（例如，如本申请人的W02016/188978A1中所述），并且然后聚合物被注塑在锯珠之间，例如，如本申请人的W02013/102542A1中所述。锯珠包括小的、筒形的金属套筒，套筒上附接有周向磨料层。目前的磨料层由金属粉末冶金制成（如已在US2,679,839中描述的），其中磨粒（通常是金刚石磨粒）与金属粉末和可选有机蜡混合。混合物被压制为环形，然后在高温和/或高压下烧结。所形成的环形珠继而焊接至金属套筒。

[0004] 最近已经设计出了激光熔覆珠，其中磨料层通过由激光束加热的金属粉末和磨粒组成的气体驱动流而被直接形成在金属套筒上。例如，参见本申请人的W02012/119947A1。

[0005] 锯切期间遇到的主要问题之一是“锯珠的扁平化”。这是一种其中锯珠上磨料层的磨损在周向上不均匀的现象。这是一种自放大过程：一旦发生轻微扁平化，锯帘线的旋转就会受到妨碍并且锯珠磨损最多的一侧将更多地接触石材。因此，这些锯珠在一侧磨损得更快，导致在锯珠中锯珠的一侧被磨损并扁平化，而相对侧则几乎未被使用。由于这会影响到整个环的锯切性能，因而这会导致整个环被丢弃。

[0006] 克服该问题的一种方式是在环闭合之前绞捻钢帘线。这使得帘线在扭转时更硬，并且允许例如通过将滑轮成角度地放入环的轨迹中来将旋转引入运行的锯帘线环中。但即便如此，锯珠开始扁平化也会发生。

[0007] 发明人已经找到克服“扁平化锯珠”问题的替代方式。

发明内容

[0008] 因此，本发明的主要目的在于克服扁平化锯珠的问题。本发明的另一目的在于限定能够克服扁平化锯珠问题的锯珠的几何结构。本发明的又一目的在于提供一种无扁平化锯珠的锯帘线。

[0009] 根据本发明的第一方面，提供一种锯珠。

[0010] 锯珠包括金属套筒。金属套筒具有对称轴线。金属套筒的外套筒直径为“ D_{min} ”。金属套筒的外表面上设置有磨料层。磨料层被附接至金属套筒的外周向上。磨料层径向延伸直至最大直径“ D_{max} ”。

[0011] 对于 D_{min} 和 D_{max} 之间的每个直径“ D ”，可以标识磨料层内的“工作面积 $A(D)$ ”。直径

D处的“工作面积”等于假想柱面和磨料层交叉的面积。假想柱面与对称轴线同心并且具有直径D。工作面积接着限定“平均工作长度L(D)”，“平均工作长度L(D)”等于工作面积除以柱面的周长。换言之：工作面积等于平均工作长度与柱面的周长 πD 的乘积。

[0012] 本发明的特征目前在于，磨料层的该平均工作长度必须随着直径D的减小而单调递增。

[0013] 该特征也可以更正式地表达如下：

[0014] 设A(D)表示工作面积，工作面积等于磨料层和直径为D的假想柱面交叉的面积，柱面与金属套筒的轴线同心。“D”从 D_{max} 减小至 D_{min} 。则平均工作长度 $L(D) = A(D) / \pi D$ 。此时，对于 D_{min} 和 D_{max} 之间的每个 D_1 和 D_2 (包括极限值，其中 D_2 严格大于 D_1)， $L(D_1)$ 大于或等于 $L(D_2)$ ，即，对于满足 $D_{min} \leq D_1 < D_2 \leq D_{max}$ 的每个 D_1 、 D_2 ， $L(D_1) \geq L(D_2)$ 。

[0015] 金属套筒可以包括如本申请人的W02011061166A1中所述的封闭件。这种金属套筒通常由低碳钢到中碳钢制成。更优选的是，如本申请人的W02014/082870A1中所述，套筒由金属注塑制成。然后，金属套筒组分优选是铁镍钢、诸如奥氏体钢的不锈钢、可沉淀硬化钢等。如本申请人的W02015/180947A1中所述，使用金属注塑允许在制造套筒内侧的内螺纹时具有较大自由度。这对于确保借助于将聚合物注入金属套筒和钢帘线之间的空间内来将锯珠良好地固定至载体钢帘线来说是重要的。目前的金属套筒的外径(相当于 D_{min})为7mm或5mm，而将来甚至可以考虑更小的4mm的套筒。金属套筒的长度通常为10mm至12mm。

[0016] 磨料层包括被保持在金属基质材料中的磨粒。可能的磨粒由金刚石、立方氮化硼、碳化硅、氧化铝、氮化硅、碳化钨、碳化钛或其混合物制成，但优选主要是金刚石，尤其是人造金刚石。

[0017] 金属基质材料通常是许多金属形成的金属间相的合金。当遵循金属粉末冶金法时，下述组分很受欢迎(括号内的数字为重量百分比)：

[0018] Fe (46)、Co (12)、Cu (31)，补充物为Ag、Zn、P；

[0019] Cu (49)；Ni (34)、W (11)、补充物为Fe、P；

[0020] Cu (49)、Fe (34)、Co (9)、Ag (7)，补充物为P；

[0021] Co (77)、W (23)。

[0022] 通过压缩金属粉末将磨料层形成为环形，其中磨粒在高压随后高温处理下混合或者在高压和高温组合处理下混合，以便使混合物固结。然后，所形成的珠环被钎焊至金属套筒。

[0023] 特别优选的是，磨料层通过激光熔覆而被直接形成在金属套筒上。以这种方式，可以省略钎焊，并且此外，磨料层向下到达金属套筒的表面。特别优选本申请人的W02016/050508A1中公开的金属基质组分。这种金属基质包括至少60wt%的铜和从镍、铁、钴和锰组成的组中选择的0.5wt%至10wt%之间的一种或多种金属。附加地，可以添加从锡、锌、银、铋、锑、铟、铅和磷组成的组中选择的7wt%至20wt%之间的元素，以及从铬、钛、钒、钨、锆、铌、钼、钽和铪组成的组中选择的5wt%至15wt%之间的金属。

[0024] 典型地，包括磨料层的锯珠的直径，即， D_{max} ，在5mm外径的金属套筒上高达9mm至11mm，或者在4mm外径的金属套筒上高达7mm至8mm。磨料层在金属套筒的表面上覆盖约8mm至10mm的轴向长度。

[0025] 在第一优选实施例中，平均工作长度随着直径减小而严格单调递增。这意味着对

于 D_{min} 和 D_{max} 之间的每个 $D1$ 和 $D2$ (包括极限值,其中 $D2$ 大于 $D1$, $L(D1)$ 大于 $L(D2)$),即,对于满足 $D_{min} \leq D1 < D2 \leq D_{max}$ 的每个 $D1$ 、 $D2$, $L(D1) > L(D2)$ 。

[0026] 现有技术的锯珠具有大体环形的磨料层,磨料层的端部是平面的并且垂直于金属套筒的轴线。这意味着在使用锯珠期间,磨料层的长度“ L ”保持恒定。在使用过程中,锯珠的直径“ D ”必然变小。需要这样做的原因在于,磨粒在锯切期间会磨损,并且必须不断补充新的磨粒,这些新的磨粒随着磨蚀的发展而从磨料层中显露出来。研磨石材的锯珠的接触表面是工作面积的一半。在使用期间,因为工作面积变小的同时,锯珠上的向下力保持恒定(假设弓曲率和弓张力保持恒定),随着直径变小并且长度“ L ”保持恒定,随之而来的是接触表面区域上的压力将增加。接触表面直径减小的减小速率等于 $\pi \times L/2$ 。随着锯珠的直径变小,锯珠上的这种压力增加将导致锯珠的磨损速率增加。

[0027] 根据本发明人,现有技术中锯珠有扁平化趋势的原因如下:

[0028] 只要锯珠在使用期间旋转,锯珠的磨损就会在锯珠的整个周向上均匀地进行。如果(由于这样或那样的原因)锯珠暂时停止旋转,锯帘线上的一系列锯珠上就会形成扁平部。扁平部是锯珠的覆盖物的一部分,其具有比其余覆盖物更大的曲率半径。当扁平部被弓中的张力压向切口时,将阻碍锯帘线的旋转。由于扁平部具有比锯珠的其余部分更小的接触表面,接触压力增加。因此,锯珠在扁平部的磨损将更严重,即,该过程是一种自放大过程。结果,整个环将被锁定在优选角位置,在该位置中,环的一侧是不断切割工件,而在直径上的相对侧则很少朝向工件,因此不发生锯切。

[0029] 本发明人推测(不受该工作假设的约束)本发明的锯珠的运行过程如下:

[0030] 在本发明的锯珠中,在锯珠被使用时,锯珠的平均工作长度 $L(D)$ 单调递增。因此,锯珠的接触工件的工作面积的减小速率总是低于长度恒定的现有技术的锯珠的工作面积的减小速率。如果(由于这样或那样的原因)锯帘线被阻止旋转,则(由于平均工作长度增加)接触表面将在扁平部处局部地增大,使得工作压力更低并且因此扁平处磨损较少。结果,自放大机制被破坏,并且锯帘线不会被锁定在该位置上。

[0031] 发明人已经发现,通过改变锯珠的磨料层的形状,可以调节锯珠使用期间的工作面积。这些限定在权利要求1的特征部分中表达。当平均工作长度随着直径的减小而单调递增时,观察到较少的扁平化。更好的情况是工作长度随着直径减小严格单调递增。

[0032] 与现有技术的锯珠相比,在本发明的锯珠中,在锯珠寿命期间,工作面积的变小更慢或者甚至保持恒定,这一事实还具有另一预料不到的优势。由于锯珠的直径在使用期间减小,被磨蚀掉的材料肯定更少:切割宽度也随着这一过程的发展而减小。因此,在诸如帘线速度和张力的所有其它因素保持恒定的情况下,穿过工件的切割将更快地进行。在现有技术的锯珠中,这会导致锯珠的磨损速率更快,因为相同的接触力下可用的总工作面积更少。在本发明的锯珠中,该磨损速率保持更加恒定,因为与现有技术的锯珠相比,工作面积的减少(如果有的话)要小得多。因此,本发明的锯珠具有更恒定的磨损速率。

[0033] 经过大量测试后,发明人发现以下优选限定可以获得不会发生扁平化的锯珠:

[0034] 让我们将 L_{max} 定义为最小直径 D_{min} 处的平均工作长度: $L_{max} = L(D_{min})$ 。在实践中, L_{max} 等于金属套筒直径 D_{min} 处的磨料层的轴向长度。比率(L_{max}/D_{min})是衡量平均工作长度随直径减小而增加速率的便利度量。使用锯珠期间,直径每减小 ΔD ,平均工作长度将增加 ΔL 的量。需要注意的是,对于现有技术的锯珠, ΔL 为0,因为锯珠的长度在使用期间不

会改变。

[0035] 为了防止扁平化,发明人发现平均工作长度随直径减小而增加的速率 $\Delta L / \Delta D$ 必须至少为 (L_{\max} / D_{\min}) 的三分之一或更高。如果该值较小,则将有可能发生扁平化。对于现有技术的锯珠,该速率为零。

[0036] 在另一极端情况下,平均工作长度随直径减小而增加的速率 $\Delta L / \Delta D$ 不得大于 L_{\max} / D_{\min} 或最大为 L_{\max} / D_{\min} 。如果速率 $\Delta L / \Delta D$ 变得大于 L_{\max} / D_{\min} ,则没有足够的磨料层材料可用。与 L_{\max} 为 9mm、 D_{\max} 为 7.6mm 且 D_{\min} 为 5mm 的现有技术的锯珠相比,仅剩下约 72% 的磨料。

[0037] 特别优选实施例是平均工作长度随直径减小而增加的速率 $\Delta L / \Delta D$ 约为 L_{\max} / D_{\max} 。“约”是指 $\Delta L / \Delta D$ 的值保持在 L_{\max} / D_{\max} 的 $\pm 5\%$ 内。在该值处,锯珠的初始工作面积(锯珠直径为 D_{\max} 时)等于锯珠接近其寿命终止并且直径为 D_{\min} 时的最终工作面积。在使用期间,工作面积基本保持恒定。

[0038] 针对在 D_{\min} 处“ L_{\max} ”为 8mm 至 9mm 之间并且其中 D_{\min} 在 4.5mm 至 5.5mm 之间的特定锯珠,平均工作长度随直径减小而增加还可以用数值表示。优选地,直径每减小 100 μm ,平均工作长度增加至少 50 μm 。如果直径每减小 100 μm 平均工作长度的增加小于 50 μm ,则工作面积减小得太快,并且扁平化的风险将增加。

[0039] 在另一极端情况下,直径每减小 100 μm ,平均工作长度的增加不应超过 170 μm 。如果变为这种情况,则难以在磨料层中具有足够的储备以能够达到锯珠的可接受寿命。

[0040] 甚至更优选地,直径每减小 100 μm ,平均工作长度增加至少 75 μm 但不超过 120 μm 。对于 D_{\max} 为 8mm 且 L_{\max} 为 8mm 的锯珠,直径每减小 100 μm ,平均工作长度增加 100 μm 是最佳的,因为此时工作面积在锯珠使用期间基本保持恒定。

[0041] 在进一步优选实施例中,工作面积在锯珠使用期间的任意时刻(除锯珠被完全磨损,即在 D_{\min} 处时外)保持小于在 D_{\min} 处具有等于恒定长度的工作长度的现有技术锯珠的工作面积。因此,锯珠的工作面积在锯珠的任意工作直径“D”处保持小于该工作直径处的柱面的周长与外套筒直径 D_{\min} 处的平均工作长度的乘积,并且对于严格大于 D_{\min} 且小于或等于最大直径 D_{\max} 的任意直径 D,都是这种情况。

[0042] 形式上:对于任意 $D_{\min} < D \leq D_{\max}$, $A(D) < \pi D L_{\max}$ 。

[0043] 最好的是工作面积随着直径减小而增加或保持基本恒定,即在锯珠使用期间, $A(D) \approx \pi \times D_{\min} \times L_{\max}$ 。

[0044] 一个优选实施例是在用锯珠进行首次锯切之前,由金属基质保持在磨料层中的磨粒已经从磨料层的外表面突出。当然,被掩埋的磨粒在使用期间会逐渐显露出来并从工作表面突出。然而,具体的是在使用之前,当锯珠处于其原始未使用状态时,磨粒就已经突出。以这种方式,锯珠将立即开始锯切并且不需要修整步骤。

[0045] 在另一优选实施例中,磨料层包括被保持在金属基质中的磨粒,金属基质显示出树枝状金相结构。这种结构是特别优选的,因为它具有比球状结构的合金更高的硬度。球状结构是在磨料锯切层经过热准平衡过程(即,其中相对于熔化和固化过程,冷却或加热相对较慢的过程)时获得的。这种准平衡过程的示例是通过金属粉末法制造锯珠的已知方法。

[0046] 树枝状金相结构在非平衡过程中获得,在该过程中,与形成金属基质的金属的熔化和固化相比,冷却和加热是快速的。示例性过程是激光熔覆,其中局部熔融金属合金冷却

得非常快,并产生非常精细的树枝状结构。此外,当被适当地执行时,这种激光熔覆锯珠的表面将在首次锯切之前,处于未使用的原始状态时)具有外表面,该外表面具有从周围表面突出的磨粒。即,这种锯珠不需要进行后处理以在首次锯切之前显露出磨粒,也不需要特殊的初始处理以从外表面释放第一磨料金刚石。

[0047] 根据本发明的第二方面,要求保护一种锯帘线。该锯帘线包括载体帘线(优选钢帘线)和穿在载体帘线上的锯珠。锯珠具有至少权利要求1的特征,并且可能具有来自从属于权利要求1的权利要求的其它特征。锯珠通过聚合物套筒而彼此分离。优选使用聚氨酯聚合物套筒。

[0048] 锯帘线的优选实施例是锯珠借助于聚合物而被牢固地附接至载体帘线。特别重要的是,锯珠被旋转地固定至载体帘线,以防止其开始旋转。

附图说明

[0049] 图1a示出具有不同程度的扁平化的现有技术锯珠穿过垂直于锯珠轴线的平面的横截面;

[0050] 图1b示出具有不同程度的扁平化的现有技术锯珠穿过包括锯珠轴线的平面的横截面;

[0051] 图2示出本发明锯珠穿过包括锯珠轴线的平面的横截面;

[0052] 图3示出本发明锯珠的接触表面上的工作面积和平均工作长度的定义的解释;

[0053] 图4a和图4b分别示出现有技术锯珠的平均工作长度和工作面积;

[0054] 图5a和图5b分别示出本发明锯珠不同优选实施例中的平均工作长度和工作面积。

[0055] 具有相同功能或含义的部件的附图标记在所有附图中具有相同的个位数和十位数,百位数表示附图编号。

具体实施方式

[0056] 图1a和图1b示出现有技术的锯珠100。锯珠由金属套筒102组成,金属套筒102的顶部附接有磨料层104。金属套筒102具有对称轴线112和外套筒直径 D_{min} 。磨料层104由保持在金属基质106中的磨粒108组成。磨料层从 D_{min} 延伸直至 D_{max} , D_{max} 是径向最外直径。 L_{max} 是 D_{min} 处的平均工作长度。在现有技术锯珠中, $L(D)$ 保持等于该 L_{max} 。

[0057] 在使用期间,作用点位于锯珠的中心“C”处的力“F”将锯珠推入工件中。该力等于丝上的纵向张力除以弓的曲率半径乘以锯珠的长度。只要锯珠是圆形的,就不会妨碍锯珠与工件相互作用时的旋转。

[0058] 然而,如果由于这样或那样的原因,锯珠暂时被阻挡,则会形成扁平部110。在扁平部处,支撑面110与力“F”的作用点“C”之间的距离最短,因此,需要力矩来将锯珠转出该位置。换言之:当扁平部朝向工件时,达到最低能量状态。在扁平部处,锯珠和工件之间的接触压力随着向下的力“F”所分布的表面减小而增加。随着接触压力增加,该节段中锯珠的磨损将增加。随着磨损增加,扁平部处的区域首先被磨蚀,从而导致扁平部110'扩大。由于锯珠此时被锁定在该位置,扁平化继续发展,并且必须从网中消除该环。

[0059] 图2示出本发明锯珠包括锯珠对称轴线的平面的横截面。金属套筒202仍然承载由嵌入金刚石208的金属基质206组成的磨料层204。本发明的锯珠已经通过激光熔覆制成,从

而产生有一些金刚石208'突出的粗糙外表面214。

[0060] 金属套筒202具有对称轴线212和用“Dmin”表示的外径。磨料层204延伸至最大直径“Dmax”。工作面积A(D)是磨料层204与直径为“D”的假想柱面“G”交叉的面积。直径“D”处的平均工作长度L(D)等于工作面积A(D)除以柱面“G”的周长所得的比率,即, $L(D) = A(D) / \pi D$ 。Dmin的平均工作长度等于Lmax。

[0061] 图3示出平均工作长度L(D)如何与工作面积A(D)相关。该图表示当锯珠的直径减小至直径D时锯珠的磨损表面,其由拼接在一起的若干图片组成。突出的金刚石308是可见的,后面是它们的“彗尾318”。“彗尾”被形成在金属基质306中,因为它们处于突出的金刚石308的阴影中:在此处,金属基质材料306没有磨损。316和316'表示金属套筒302的边缘。通过数字图像处理,可以标识磨损表面的边缘320和320'。在一个完整转动被成像时,完整圆周由特征的重复出现来确定。再次通过数字处理,可以获得面积A(D)。从中可以获得L(D)。例如,这在使用锯珠的四到十个实例中完成。

[0062] 替代地,对于每个周向距离 $\theta D/2$,可以标识局部轴向长度 $l(\theta)$ 。然后,工作面积为:

$$[0063] \quad A(D) = \int_0^{2\pi} l(\theta) D d\theta / 2 = \pi D \frac{\int_0^{2\pi} l(\theta) d\theta}{2\pi} = \pi D \cdot L(D)$$

[0064] 在实践中,可以采用多个长度 $l(\theta)$ (比如10个)并取其平均值来得到平均工作长度。这是数字图像处理方法的一个很好的替代方案。

[0065] 在图4a、图4b和图5a、图5b中,本发明的工作过程在Dmin为5mm、Dmax为7.6mm、Lmax为9mm的锯珠上进行说明。

[0066] 图4a示出锯珠使用期间现有技术锯珠的工作长度如何变化:随着锯珠的直径减小,平均工作长度L(D)(以mm为单位)保持恒定9mm。相应的工作面积A(D)(以mm²为单位)从215mm²线性减小到141mm²,即,工作面积变化为原工作表面的三分之一:参见图4b。

[0067] 图5a和图5b示出本发明锯珠的三种不同情况:

[0068] -在第一种情况中(用叉号“×”和虚线表示),锯珠的平均工作长度以Lmax/Dmin的三分之一的速率变小,即,速率为0.60或 $\Delta L / \Delta D = 0.60$ 。这意味着直径每磨损掉100 μm ,平均工作长度将增加60 μm 。在锯珠使用期间,工作面积仍然从178mm²变小到141mm²,但减少量仅为原始工作面积的五分之一。磨料层的体积是现有技术锯珠的体积的91%。

[0069] -在第二种情况中(用三角形“ Δ ”和点划线表示),锯珠的平均工作长度以Lmax/Dmin(即1.80)的速率增加。因此,锯珠直径每磨损掉100 μm ,长度增加180 μm 。使用期间表面积从103mm²增加至141mm²,即,增加37%。然而,体积减少至现有技术锯珠的体积的72%。

[0070] -在第三种情况下(用星号“*”和实线表示),锯珠的平均工作长度以等于Lmax/Dmax的1.18的速率增加。直径每磨损掉100 μm ,平均长度增加118 μm 。在锯珠的整个使用过程中,工作面积几乎保持恒定。体积是现有技术锯珠的体积的82%。

[0071] 从图2中可以清楚地看到,通过激光熔覆生产的锯珠显示出有利于首次使用的粗糙表面。本发明人利用不同水平的粉末气流、不同水平的粉末速度、喷嘴馈送和激光束之间或多或少的重叠以及或高或低的温度制造了各种形式的锯珠。

[0072] 在平均工作长度的增加对直径减小的比率方面,所得锯珠显示出不同的形状。Lmax为8.1mm,Dmin为5mm。通过改变上述过程参数,可以调节整体形状,使得 $\Delta L / \Delta D$ 的值为

0.96、0.984、1.05、1.085、1.53、1.667、1.712、1.75和2.263。在本领域中，2.263的锯珠值是不可行的，因为这种锯珠没有足够的磨料来满足寿命预期。其它锯珠表现良好，并且确实显示出比基于现有技术锯珠的竞争产品更少的扁平化行为。

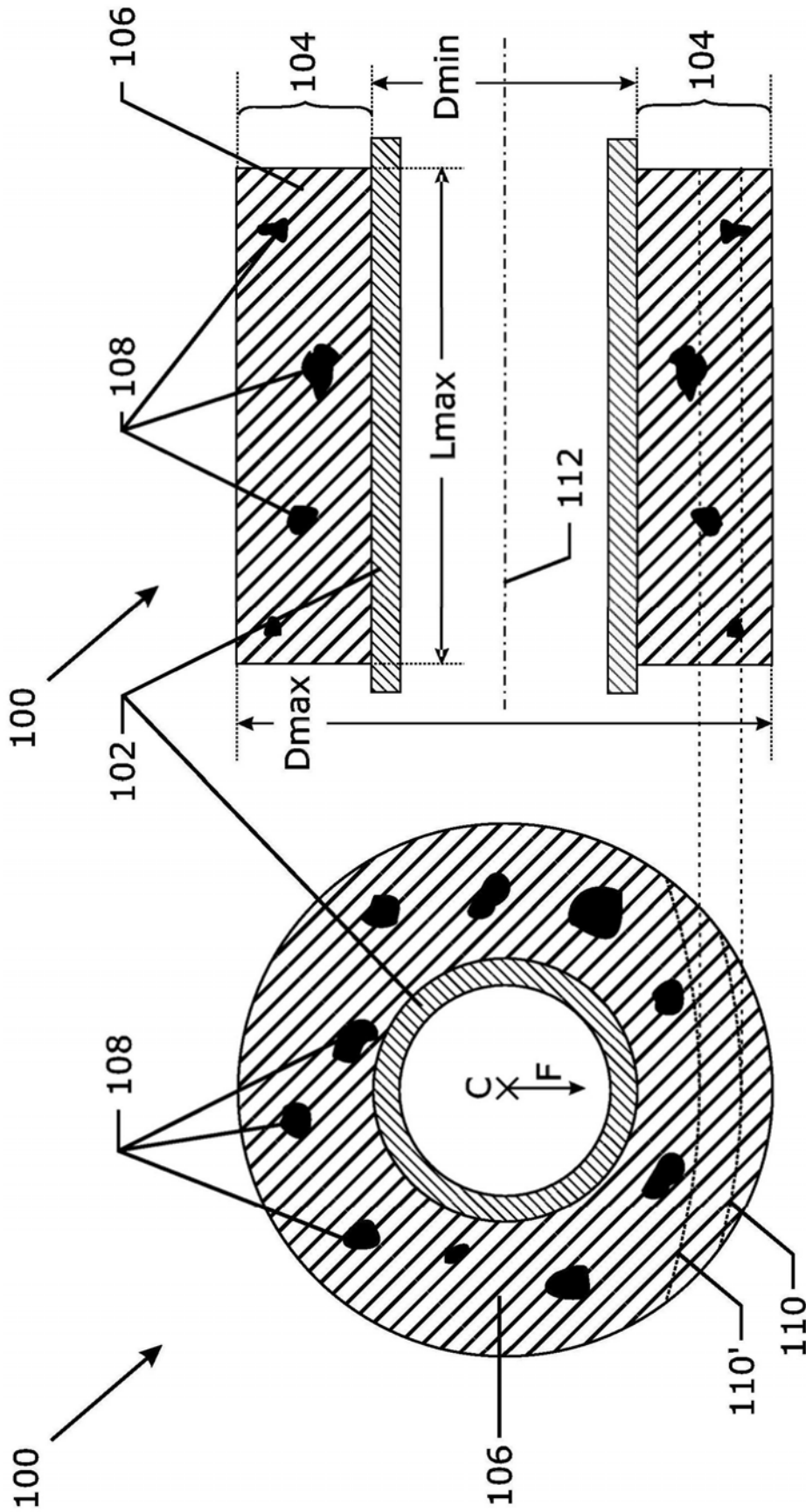


图1a

图1b

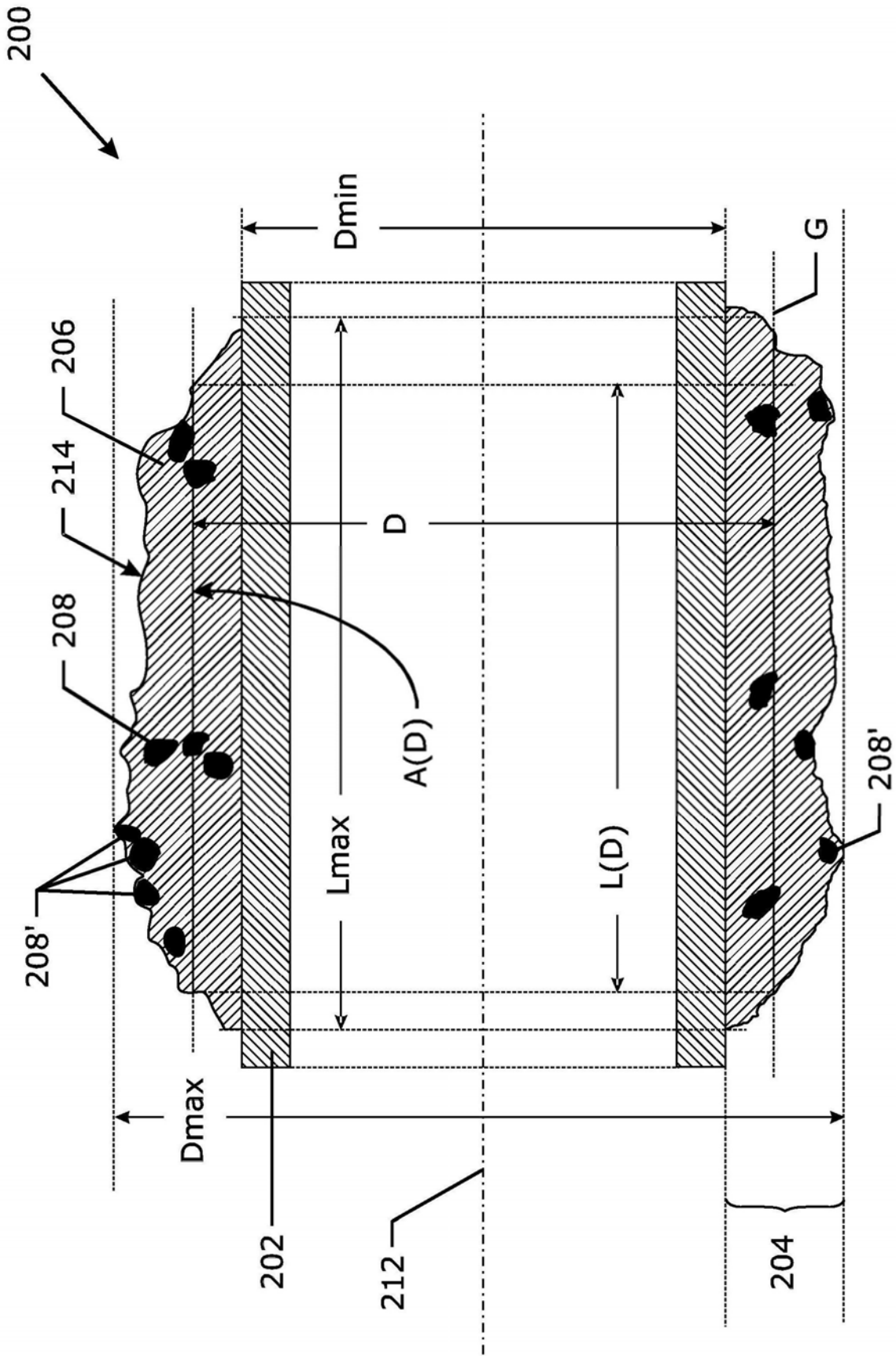


图2

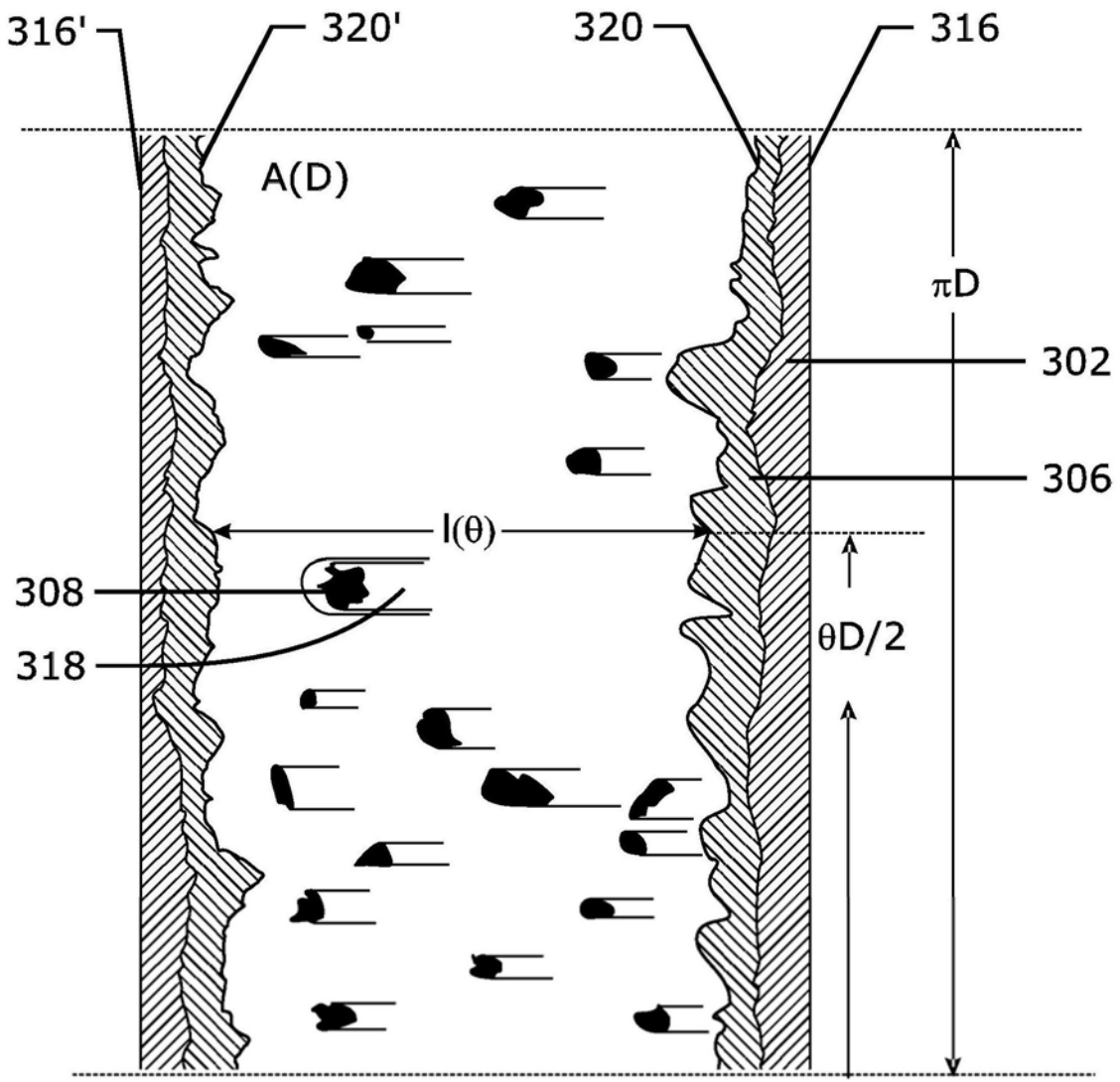


图3

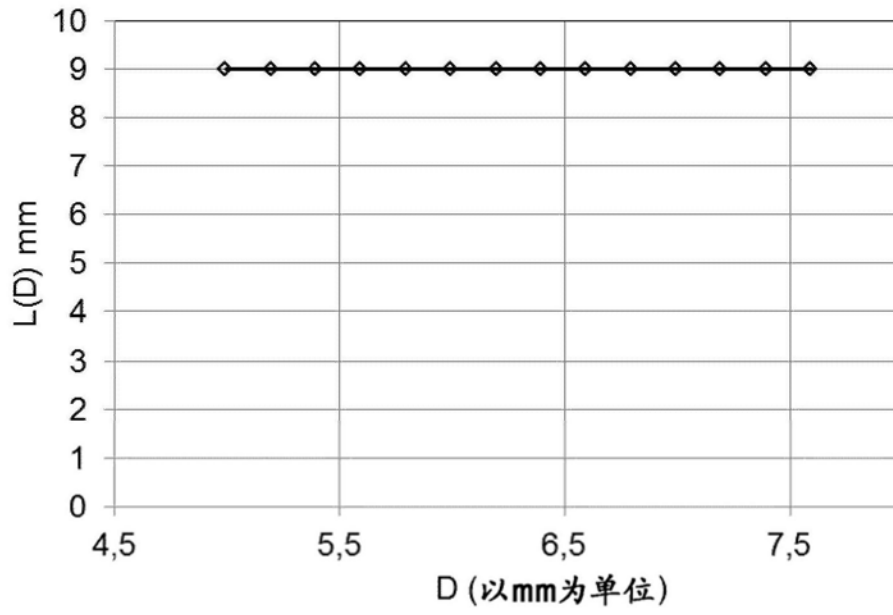


图4a

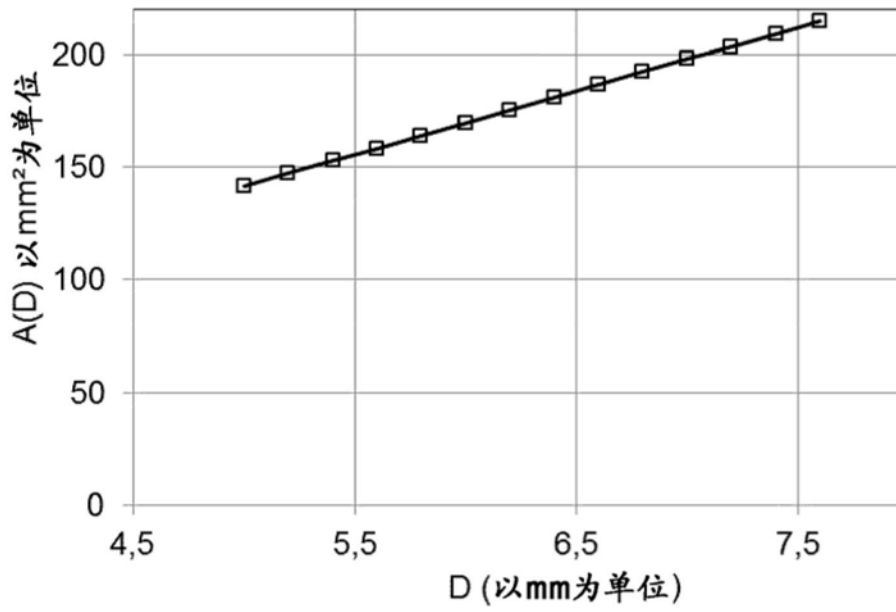


图4b

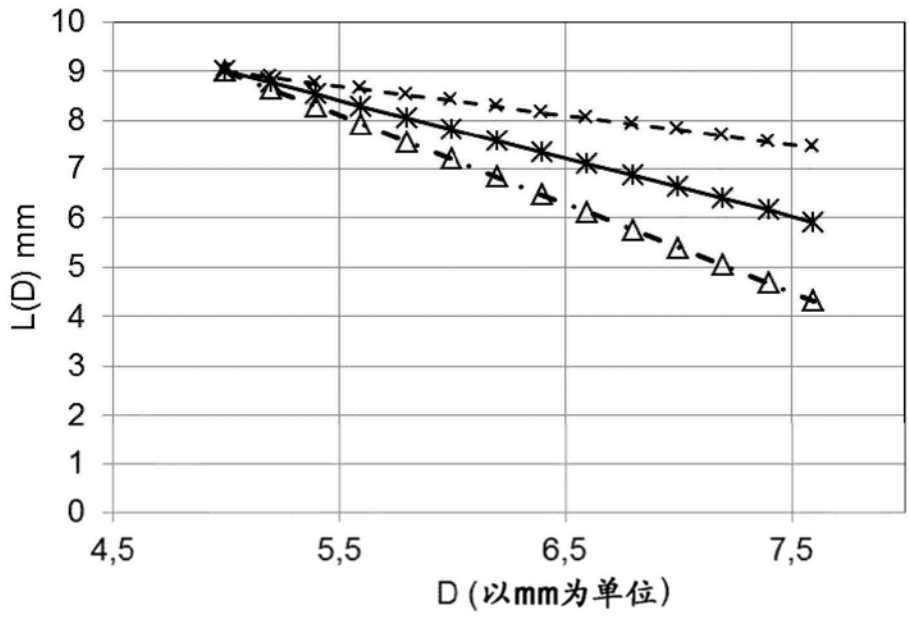


图5a

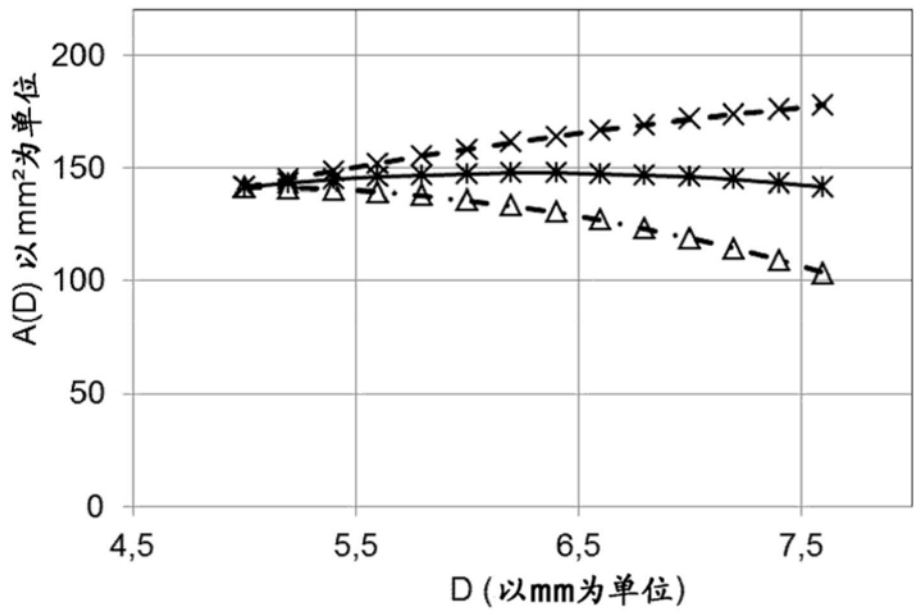


图5b