



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117222506 A

(43) 申请公布日 2023. 12. 12

(21) 申请号 202280029428.1

R·克尔尼 H·罗伯茨 A·肖瑞

(22) 申请日 2022.04.20

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所  
有限公司 11038

(30) 优先权数据

21169514.3 2021.04.20 EP

专利代理师 罗闻

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.10.19

(51) Int.Cl.

B26B 21/56 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2022/060380 2022.04.20

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/223595 EN 2022.10.27

(71) 申请人 GFD钻石制品有限公司

地址 德国乌尔姆

申请人 吉列有限责任公司

(72) 发明人 P·格鲁赫 M·梅滕斯

R·格雷采 M·捷斯特

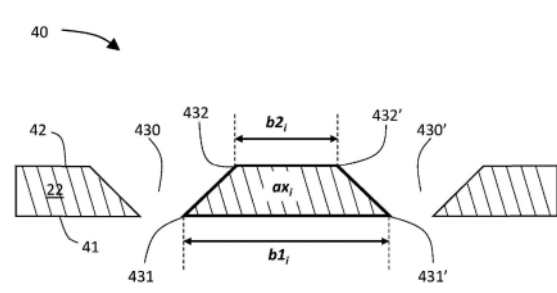
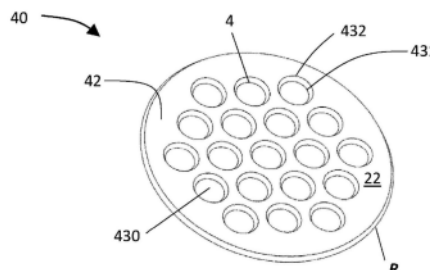
权利要求书3页 说明书12页 附图10页

## (54) 发明名称

皮肤处理片材和皮肤处理装置

## (57) 摘要

本发明涉及一种皮肤处理片材(40),该皮肤处理片材包括具有多个孔(430)的衬底(22),其中片材具有第一表面(41)和相对的第二表面(42)。该孔具有第一(431)和第二(432)内周边以及沿第一内周边的至少一部分的切割刃(4)。该皮肤处理片材具有稳定性ST,该稳定性为平均衬底横截面积 $A_x$ 与总孔面积 $A_1$ 之比。此外,本发明还涉及一种包括该皮肤处理片材的皮肤处理装置。



1. 一种皮肤处理片材(40),包括具有n多个孔(430、430'、430''等)的衬底,其中
  - 所述片材(40)具有第一表面(41)和相对的第二表面(42),
  - 所述孔具有在所述第一表面(41)处的第一内周边(431、431'、431''等)以及在所述第二表面(42)处的第二内周边(432、432'、432''等),
  - 至少两个孔(430、430'、430''等)具有沿所述第一内周边(431、431'、431''等)的至少一部分的切割刃(4),
  - 每个孔(430、430'、430''等)具有由所述第一表面上的最短距离线 $b1_i$ 与沿所述距离线 $b1_i$ 的竖直衬底横截面积 $ax_i$ 连接的最近相邻孔,
  - 所述皮肤处理片材(40)具有被定义为所有衬底横截面积 $ax_i$ 的平均值的平均衬底横截面积 $A_x$ ,
  - 所述皮肤处理片材(40)具有由平均衬底横截面积 $A_x$ 与总孔面积 $A1$ 之比定义的稳定度 $ST$ ,
  - 所述皮肤处理片材(40)具有总切割长度 $L1$ ,  
其中稳定度和总切割长度的乘积 $ST \times L1$ 在 $0.01\text{mm}$ 至 $10\text{mm}$ 的范围内。
2. 根据权利要求1所述的皮肤处理片材,  
其特征在于,所述稳定度和总切割长度的乘积 $ST \times L1$ 为 $0.05\text{mm}$ 至 $5\text{mm}$ ,优选 $0.1\text{mm}$ 至 $2\text{mm}$ 。
3. 根据权利要求1或2中任一项所述的皮肤处理片材,  
其特征在于,所述稳定度 $ST$ 在以下范围内: $1 \times 10^{-4}$ 至 $1 \times 10^{-1}$ ,优选 $2 \times 10^{-4}$ 至 $5 \times 10^{-2}$ ,并且更优选 $1 \times 10^{-3}$ 至 $2 \times 10^{-2}$ 。
4. 根据权利要求1至3中任一项所述的皮肤处理片材,  
其特征在于,所述最近相邻孔具有在以下范围内的最短距离 $b1_i$ : $0.1\text{mm}$ 至 $3.5\text{mm}$ ,优选 $0.2\text{mm}$ 至 $2.0\text{mm}$ ,更优选 $0.5\text{mm}$ 至 $1.5\text{mm}$ ,并且甚至更优选 $0.7\text{mm}$ 至 $1.2\text{mm}$ 。
5. 根据权利要求1至4中任一项所述的皮肤处理片材,  
其特征在于,所述最近相邻孔由所述第二表面(42)上的最短距离线 $b2_i$ 连接,并且 $b1_i$ : $b2_i$ 之比在以下范围内: $1.0$ 至 $10.0$ ,优选 $1.3$ 至 $5.0$ ,更优选 $1.4$ 至 $4.0$ ,并且甚至更优选 $1.5$ 至 $3.2$ 。
6. 根据权利要求1至5中任一项所述的皮肤处理片材,  
其特征在于,所述皮肤处理片材(40)具有在以下范围内的平均衬底横截面积 $A_x$ : $0.01\text{mm}^2$ 至 $1\text{mm}^2$ ,优选 $0.03\text{mm}^2$ 至 $0.55\text{mm}^2$ ,并且更优选 $0.1\text{mm}^2$ 至 $0.3\text{mm}^2$ 。
7. 根据权利要求1或6所述的皮肤处理片材,  
其特征在于,总片材面积 $S$ 为 $100\text{mm}^2$ 至 $800\text{mm}^2$ ,优选 $200\text{mm}^2$ 至 $600\text{mm}^2$ ,并且更优选 $250\text{mm}^2$ 至 $480\text{mm}^2$ 。
8. 根据权利要求1至7中任一项所述的皮肤处理片材,  
其特征在于,总孔面积 $A1$ 为 $10\text{mm}^2$ 至 $400\text{mm}^2$ ,优选 $20\text{mm}^2$ 至 $200\text{mm}^2$ ,并且更优选 $40\text{mm}^2$ 至 $120\text{mm}^2$ 。
9. 根据权利要求1至8中任一项所述的皮肤处理片材,  
其特征在于,所述片材的透明度为 $5\%$ 至 $60\%$ ,优选 $10\%$ 至 $50\%$ ,并且更优选 $15\%$ 至 $30\%$ 。

10. 根据权利要求1至9所述的皮肤处理片材,  
其特征在于,所述皮肤处理片材具有外周边R,所述外周边具有边沿宽度W1,其中所述边沿宽度W1优选在以下范围内:0.1mm至5.0mm,优选0.5mm至3.0mm,更优选1.0mm至2.0mm。

11. 根据权利要求1至10所述的皮肤处理片材,  
其特征在于,所述第一内周边(431、431'、431''等)小于所述第二内周边(432、432'、432''等)。

12. 根据权利要求1至11所述的皮肤处理片材,  
其特征在于,所述片材具有以下厚度:20 $\mu\text{m}$ 至1000 $\mu\text{m}$ ,优选30 $\mu\text{m}$ 至500 $\mu\text{m}$ ,更优选50 $\mu\text{m}$ 至300 $\mu\text{m}$ 。

13. 根据权利要求1至12中任一项所述的皮肤处理片材,  
其特征在于,所述衬底具有5至200个孔,优选10至120个孔,并且更优选15至80个孔。

14. 根据权利要求1至13中任一项所述的皮肤处理片材,  
其特征在于,所述切割刃具有以下末端半径 $\text{TR}$ :1nm至200nm,优选10nm至100nm,并且更优选20nm至50nm。

15. 根据权利要求1至14所述的皮肤处理片材,  
其特征在于,所述片材包括以下项或由以下项组成:第一材料(18),或者第一材料(18)和与所述第一材料(18)相邻的第二材料(19)。

16. 根据权利要求15所述的皮肤处理片材,  
其特征在于,所述第一材料(18)包括以下项或由以下项组成:  
●金属,优选钛、镍、铬、铌、钨、钽、钼、钒、铂、锆、铁和它们的合金,特别是钢,  
●陶瓷,所述陶瓷包含选自由以下项组成的组的至少一种元素:  
碳、氮、硼、氧或它们的组合,优选碳化硅、氧化锆、氧化铝、氮化硅、氮化硼、氮化钽、TiAlN、TiCN和/或TiB<sub>2</sub>,  
●玻璃陶瓷;优选含铝玻璃陶瓷,  
●由金属基质中的陶瓷材料制成的复合材料(金属陶瓷),  
●硬质金属,优选烧结碳化物硬质金属,诸如与钴或镍结合的碳化钨或碳化钛,  
●硅或锆,优选地具有平行于第二面(2)的晶面,晶片取向 $\langle 100 \rangle$ 、 $\langle 110 \rangle$ 、 $\langle 111 \rangle$ 或 $\langle 211 \rangle$ ,

●单晶材料,  
●玻璃或蓝宝石,  
●多晶或无定形硅或锆,  
●单晶或多晶金刚石、类金刚石碳(DLC)、金刚碳和  
●它们的组合。

17. 根据权利要求15或16所述的皮肤处理片材,  
其特征在于,所述第二材料(19)包括选自由以下项组成的组的材料或由所述材料组成:

●氧化物、氮化物、碳化物、硼化物,优选氮化铝、氮化铬、氮化钛、氮化钛碳、氮化钛铝、立方氮化硼  
●硼铝镁

- 碳,优选金刚石、多晶金刚石、纳晶金刚石、类金刚石碳(DLC)、类四面体无定形碳,和
- 它们的组合。

18.根据权利要求15至17中任一项所述的皮肤处理片材,其特征在于,所述切割刃(4)在所述第二材料(19)中成形。

19.根据权利要求1至18中任一项所述的皮肤处理片材,其特征在于,所述孔具有选自以下项组成的组的形状:圆形、椭圆形、正方形、三角形、矩形、梯形、六边形、八边形和它们的组合。

20.一种皮肤处理装置,包括根据权利要求1至19中任一项所述的皮肤处理片材。

## 皮肤处理片材和皮肤处理装置

[0001] 本发明涉及一种皮肤处理片材,所述皮肤处理片材包括具有多个孔的衬底,其中所述片材具有第一表面和相对的第二表面。所述孔具有第一和第二内周边以及沿所述第一内周边的至少一部分的切割刃。所述皮肤处理片材具有稳定度ST,所述稳定度为平均衬底横截面积 $A_x$ 与总孔面积 $A_1$ 之比。此外,本发明还涉及一种包括该皮肤处理片材的皮肤处理装置。

[0002] 传统湿剃剃刀使用线性钢刀片从皮肤上去除毛发,例如从DE 10 2004052 068A1已知的。这些湿剃剃刀产生非常紧密的剃刮,其中在多刀片剃刀的情况下,毛发被切割至皮肤水平或低于皮肤水平。然而,将暴露的刀刃放置到皮肤上可能导致对皮肤的损伤,并且因此导致刺激,特别是如果皮肤凸起到刀片之间的间隙中的话。

[0003] 在电动剃刮装置中,箔充当切割元件与皮肤之间的屏障。这些装置通常对皮肤更安全,但产生不太紧密的剃刮。

[0004] 皮肤处理片材旨在通过将刀刃平行于皮肤放置和通过沿多个孔的内周边形成切割刃而减少皮肤凸起来进行紧密剃刮和无刺激剃刮,所述多个孔被皮肤支撑衬底包围。

[0005] 为了提供坚固且安全的产品(其可承受剃刮中涉及的力和制造或掉落中涉及的力),重要的是考虑皮肤处理片材的稳定度。稳定度由皮肤处理片材上最弱点的尺寸与总开口孔面积之比确定,所述最弱点由分隔和支撑每对相邻切割孔的最小实心区域限定。

[0006] 为了提供结构上坚固的皮肤处理片材,必须具有高稳定度,因此期望在切割孔之间具有大的实心支撑区域,然而这不利于提供有效的剃刮。为了提供有效的剃刮,优选具有足够大的孔以有利于有效的毛发喂送,并且优选具有大量的孔以便使皮肤处理片材上的切割刃的总量最大化。因此,既结构上坚固又能有效地从使用者皮肤上去除毛发的皮肤处理片材需要有效地平衡产品设计的这两个方面。

[0007] 包括多个封闭切割刃的毛发去除装置已在本领域中公开。在大多数现有技术中,没有考虑毛发去除效率和剃刮表面稳定度之间的平衡。在GB 2580088A中,剃刮表面具有由厚金属片材提供的高稳定度,然而孔的尺寸不足以允许毛发被有效地喂送到孔中。在其它技术中,例如US 7,124,511B2和DE 20 2019 100 514 U1,结构刚性和紧密填充切割孔的能力受到用于产生刀刃的工艺的限制。在US 7,124,511 B2和DE 20 2019 100 514 U1的情况下,其中使用蚀刻工艺来产生刀刃并且增加结构刚性,必须增加衬底材料的厚度或者增加孔之间的间距。然而,增加材料的厚度具有增加孔之间的距离的非预期结果,这是由于蚀刻过程和需要产生适当的刀片楔角以实现舒适和有效的剃刮。在这种情况下,可以在给定的处理片材面积内产生的孔的数目减少,从而导致总切割长度的减小和毛发去除效率的降低。

[0008] 由使用包含多个封闭切割刃的皮肤处理片材得到的皮肤安全性和毛发去除效率由封闭切割刃(本文中称为孔)的尺寸、由衬底材料提供的皮肤支撑的量和处理片材的总体尺寸确定。

[0009] 毛发去除效率由皮肤处理片材的总切割长度确定,所述总切割长度可以通过将处理片材上的所有孔的切割长度相加来确定。该总切割长度应该被最大化以增加切割效率。

[0010] 剃刮的安全性由皮肤与皮肤处理片材的衬底之间的接触面积确定。为了安全的剃刮,皮肤与皮肤处理片材的衬底之间的接触面积应最大化。

[0011] 然而,总切割长度的最大化和衬底的最大化是相反的特征,对于这些特征之间的令人满意的折衷至今还没有发现。在现有技术中,公开了具有多个封闭切割刃的皮肤处理片材中的切割孔的尺寸,然而现有技术没有公开如何充分地平衡对安全性和毛发去除效率的需要。在GB 2580088 A和DE 20 2019 100 514U1的情况下,公开了封闭切割刃的尺寸,但是虽然在封闭切割刃的周边内形成的开口面积将提供安全的剃刮,但是开口面积太小而不允许毛发有效地喂送到孔中,因此导致差的切割效率。

[0012] 此外,为了确保安全剃刮,刀刃必须不对皮肤施加高压。

[0013] 这通常在使用线性钢刀片的剃刮装置中通过将刀片安装到弹簧上来实现,使得当刀片上的压力增加时刀片偏转远离使用者的皮肤。然而,这具有以下缺点:切割刃相对于皮肤的几何布置(例如,刀片斜面相对于皮肤接触表面的角度)在偏转期间远离最佳几何形状,从而导致较低效率的毛发切割。

[0014] 当使用由薄金属形成的具有孔的皮肤处理片材时,皮肤上的压力的减小可以通过将处理片材嵌入可变形衬底中来实现,如EP 0 276 066 A1中所公开的,或者如US 4,984,365和W01992/002342中所公开的皮肤处理片材能够在使用者将剃刮装置压靠在皮肤上时在整个表面上变形。然而,柔性金属处理片材的柔性改变了切割刃相对于皮肤的几何布置,从而导致较低效率的毛发切割,并且因此迄今为止没有柔性处理片材可用于毛发去除。

[0015] 当使用柔性处理片材时,需要提供额外的刚性以避免剃刮期间的变形。如US 4,984,365中所公开的,这可以通过将支撑结构整合在装置组件中的皮肤处理片材周围来实现,以防止当使用者将剃刮装置压靠在皮肤上时处理片材的不期望弯曲。然而,这些额外的支撑部件增加了剃刮装置的复杂性,并且提供了碎屑可以聚集到其上的额外区域,并且导致装置更难以清洁。

[0016] 因此,本发明的目的是提供一种皮肤处理片材,所述皮肤处理片材具有高毛发去除效率与良好的机械稳定度(即刚性,其允许装置的长耐久性)之间的良好平衡。此外,一个目的是提供一种处理片材,所述处理片材是刚性的并且在使用中不变形,以在整个剃刮期间提供一致的刀片几何形状并且确保容易且有效地清洁该装置以去除剃刮碎屑。

[0017] 该目的通过具有权利要求1的特征的皮肤处理片材以及权利要求20的皮肤处理装置来实现。另外的从属权利要求涉及本发明的优选实施方案。

[0018] 本申请的权利要求书和说明书中的术语“包括”具有不排除其他部件的意思。在本发明的范围内,术语“由...组成”应该理解为术语“包括”的优选实施方案。如果定义组“包括”至少特定数目的部件,则这也应该理解为所公开的组优选“由”这些部件“组成”。

[0019] 使用以下定义来描述本发明:

[0020] 孔面积 $a_1$

[0021] 皮肤处理片材的第一表面上的孔的面积 $a_1$ 被定义为由孔周边 $r_1$ 包围的开口面积。

[0022] 总孔面积 $A_1$

[0023] 处理片材包括数目 $n$ 个孔,每个孔在第一表面上具有孔面积 $a_{1_i}$  ( $i = 1$ 至 $n$ )。所有 $n$ 个孔的所有孔面积 $a_{1_i}$ 的总和得到了根据以下公式计算的总孔面积 $A_1$ :

[0024]  $A_1 = \sum_{i=1}^n a_{1_i}, i = 1$ 至 $n$

[0025] 孔切割长度 $l_1$

[0026] 孔具有沿第一内周边的至少一部分的切割刃。皮肤处理片材的第一表面上的孔的切割长度 $l_{1_i}$  ( $i=1$ 至 $n$ ) 被定义为沿在孔内设置有切割刃的内周边 $r_1$ 的部分的长度。

[0027] 总切割长度 $L_1$

[0028] 皮肤处理片材包括数目 $n$ 个孔, 每个孔具有孔切割长度 $l_1$ 。所有 $n$ 个孔的所有切割长度 $l_1$ 的总和得到了根据以下公式计算的总切割长度 $L_1$ :

$$[0029] \quad L_1 = \sum_{i=1}^n l_{1_i}, i=1 \text{ 至 } n$$

[0030] 总片材面积 $S$

[0031] 皮肤处理片材具有外处理片材周边 $R$ 。由该外周边包围的面积是总片材面积 $S$ 。

[0032] 最近相邻孔距离 $b_{1_i}$

[0033] 皮肤处理片材包括数目 $n$ 个孔。对于每个孔 $i$ , 可以找到最近相邻孔。可以绘制直线 $X'-"$ , 其开始于位于第一孔的内周边上的任一点 $p'$ , 并且结束于位于第二孔的内周边上的任一点 $p''$ 。孔 $i$ 和最近相邻孔之间的最短孔间隔 $b_{1_i}$ 被定义为可以在这两个最近相邻孔之间以此类方式绘制的最短线 $X'-"$ 的长度。

[0034] 衬底横截面积 $ax_i$

[0035] 沿线 $b_{1_i}$ 垂直于第一表面穿过皮肤处理片材截取的竖直横截面确定由以下界定的面积 $ax_i$ :  $b_{1_i}$ 、皮肤处理片材的第二表面上的对应最小孔距离 $b_{2_i}$ 、以及将第一表面上的内周边与第二表面上的内周边连接的两个斜面。皮肤处理片材的平均衬底横截面积 $Ax$ 是在整个皮肤处理片材上测量的所有 $n$ 个单独的衬底横截面积 $ax_i$ 的平均值:

$$[0036] \quad Ax = \frac{\sum_{i=1}^n ax_i}{n}, i=1 \text{ 至 } n$$

[0037] 透明度 $T$

[0038] 处理片材的透明度 $T$ 被定义为总孔面积 $A_1$ 除以总处理片材面积 $S$ 之比。

[0039] 边沿宽度 $W_1$

[0040] 处理片材包括数目 $n$ 个孔。边沿宽度 $W_1$ 是可以从外周边 $R$ 至与外周边 $R$ 相邻的任何孔的内周边 $r_1$ 测量的最短距离。

[0041] 稳定度 $ST$

[0042] 处理片材的稳定度 $ST$ 被定义为平均衬底横截面积 $Ax$ 与总孔面积 $A_1$ 之比。

[0043] 根据本发明, 提供了一种皮肤处理片材, 所述皮肤处理片材包括具有 $n$ 多个孔的衬底, 其中

[0044] • 所述片材具有第一表面和相对的第二表面,

[0045] • 所述孔具有在所述第一表面处的第一内周边以及在所述相对的第二表面处的第二内周边,

[0046] • 至少两个孔具有沿所述第一内周边的至少一部分的切割刃,

[0047] • 每个孔具有由所述第一表面上的最短距离线 $b_{1_i}$ 与沿所述距离线 $b_{1_i}$ 的竖直衬底横截面积 $ax_i$ 连接的最近相邻孔,

[0048] • 所述处理片材具有被定义为所有衬底横截面积 $ax_i$ 的平均值的平均衬底横截面积 $Ax$ ,

[0049] • 所述皮肤处理片材具有由平均衬底横截面积 $Ax$ 与总孔面积 $A_1$ 之比定义的稳定

度ST,

[0050] • 所述皮肤处理片材具有总切割长度L1,

[0051] 其中稳定性和总切割长度的乘积 $ST \times L1$ 在0.01至10mm的范围内。

[0052] 皮肤接触表面

[0053] 皮肤接触表面是由皮肤处理片材的第一表面限定的连续表面。

[0054] 末端半径TR

[0055] 在图11中,示出了可以如何确定切割刀的末端半径TR。通过首先绘制将切割刀1的第一斜面的横截面图像一分为二的线60来确定末端半径TR。在线60平分第一斜面的地方绘制点65。在距离点65 110nm处垂直于线60绘制第二条线61。在线61平分第一斜面的地方绘制另外两个点66和67。根据点65、66和67构建圆圈62。圆圈62的半径是切割刀的末端半径TR。根据图11确定末端半径的定义。

[0056] 优选的是,n个孔的至少一半,更优选n个孔的80%,并且甚至更优选所有孔具有沿第一内周边的至少一部分的切割刃。

[0057] 优选的是,稳定性和总切割长度的乘积 $ST \times L1$ 为0.05mm至5mm,更优选0.1mm至2mm。

[0058] 已经令人惊讶地发现,所选择的稳定性ST和总切割长度L1的乘积允许紧密剃刮与稳定的皮肤处理片材之间的良好平衡。

[0059] 进一步优选的是,稳定性ST在以下范围内: $1 \times 10^{-4}$ 至 $1 \times 10^{-1}$ ,优选 $2 \times 10^{-4}$ 至 $5 \times 10^{-2}$ ,并且更优选 $1 \times 10^{-3}$ 至 $2 \times 10^{-2}$ 。

[0060] 优选的是,相邻孔由第二表面上的最短距离线 $b_{2i}$ 连接,并且 $b_{1i}:b_{2i}$ 之比在以下范围内:1.0至10.0,优选1.3至5.0,更优选1.4至4.0,并且甚至更优选1.5至3.2。

[0061] 根据一个优选实施方案,第一表面上的最短距离 $b_{1i}$ 在以下范围内:0.1至3.5mm,优选0.2至2.0mm,更优选0.5至1.5mm,并且甚至更优选0.7至1.2mm。通过确保 $b_{1i}$ 的值处于该范围内,皮肤处理片材可以进行有效且安全的剃刮。

[0062] 根据本发明的皮肤处理片材优选地具有在以下范围内的衬底横截面积 $ax_i$ :0.01至 $1\text{mm}^2$ ,优选0.03至 $0.55\text{mm}^2$ ,并且更优选0.1至 $0.3\text{mm}^2$ 。

[0063] 已经发现,处理片材的总体尺寸对于保持剃刮大面积(诸如脸颊或腿部)和剃刮更精确的区域(诸如上唇)之间的平衡是关键的。总皮肤处理片材面积S优选地在以下范围内:100至 $800\text{mm}^2$ ,更优选200至 $600\text{mm}^2$ ,并且甚至更优选250至 $480\text{mm}^2$ 。

[0064] 优选的是,总孔面积A1为10至 $400\text{mm}^2$ ,更优选20至 $200\text{mm}^2$ ,并且甚至更优选40至 $120\text{mm}^2$ 。

[0065] 此外,已经发现,剃刮的安全性受到皮肤处理片材的透明度的影响,所述透明度被定义为皮肤处理片材的开口面积的总量相对于实心材料的量。皮肤处理片材的实心衬底在使用期间与皮肤保持接触,并且防止过多的皮肤凸起到孔中,这可能导致皮肤损伤和刺激。当皮肤处理片材的透明度高时,皮肤不能被充分地支撑并且能够凸起到孔中,从而导致皮肤损伤和刺激。因此,片材的透明度优选地在以下范围内:5%至60%,更优选10%至50%,并且甚至更优选15%至30%。

[0066] 根据一个优选实施方案,总切割刃长度L在以下范围内:20mm至600mm,更优选30mm至400mm,并且甚至更优选45mm至120mm。



[0067] 优选的是,皮肤处理片材具有外周边R,所述外周边具有边沿宽度W1,其中边沿宽度W1优选地在以下范围内:0.1mm至5.0mm,优选0.5mm至3.0mm,更优选1.0mm至2.0mm。

[0068] 根据一个优选实施方案,第一内周边小于第二内周边。这允许改善碎屑(如毛发或死皮)的冲洗或清除。对于孔的圆形二维形状,这导致圆锥形三维孔,其不太容易被毛发或死皮堵塞孔。

[0069] 皮肤处理片材优选地具有以下厚度:20 $\mu\text{m}$ 至1000 $\mu\text{m}$ ,更优选30 $\mu\text{m}$ 至500 $\mu\text{m}$ ,并且甚至更优选50 $\mu\text{m}$ 至300 $\mu\text{m}$ 。

[0070] 衬底优选地具有5至200个孔,更优选10至120个孔,并且甚至更优选15至80个孔,这对应于数目n,即,n在以下范围内:优选5至200,更优选10至120,并且甚至更优选15至80。

[0071] 根据切割元件的一个优选实施方案,衬底包括第一材料,更优选基本上由第一材料组成或由第一材料组成。

[0072] 根据另一个优选实施方案,衬底包括第一材料和与第一材料相邻布置的第二材料。更优选地,衬底基本上由第一和第二材料组成或由第一和第二材料组成。第二材料可以至少在第一材料的区域中沉积为涂层,即第二材料可以是第一材料的包封涂层或者沉积在第一面上的第一材料上的涂层。

[0073] 为了最佳剃刮,必须具有刚性的刀片以经受剃刮期间的变形,以及坚固的刀刃以经受毛发切割中涉及的力。

[0074] 常规钢刀片由薄条材料制成,以形成具有小角度的刀片斜面,以使切割毛发的力最小化。然而,这种刀片是非常柔韧的,并且必须通过添加作为刚性框架的刀片支撑件来提供刚性,薄刀刃安装到该刚性框架上。在没有这种支撑件的情况下,由薄金属条形成的常规钢刀片将不具有足够的刚性。这同样适用于如US 4,984,365和W01992/002342中所公开的由薄金属片材制成的处理片材。

[0075] 然而,使用薄金属切割刃具有需要复杂组装以确保刀片的刚性的缺点。

[0076] 由诸如硅的材料形成的皮肤处理片材是足够刚性的并且使得能够更简单地组装。然而,具有小斜角以在低力下切割毛发的硅刀刃非常脆,并且刀刃将在切割毛发所需的力下断裂,因此迄今为止没有硅剃刀刀片或由硅制成的处理片材可用于毛发去除。

[0077] 令人惊讶地发现,第一材料和第二材料的组合允许分别提供切割刀片和处理片材,其是刚性的以在剃刮期间经受变形而不需要任何支撑结构。此外,切割刀片和处理片材分别具有刀刃,所述刀刃是坚固的以承受在毛发切割中涉及的力。

[0078] 优选的是,第一材料不同于第二材料,更优选地,第二材料具有比第一材料更高的硬度和/或更高的弹性模量和/或更高的断裂应力。

[0079] 第一材料的材料通常不限于任何特定材料,只要可以将此材料斜切即可。

[0080] 然而,根据另选的实施方案,刀片主体仅包括第一材料或仅由第一材料组成,即未涂覆的第一材料。在这种情况下,第一材料优选是具有各向同性结构的材料,即在所有方向上具有相同的特性值。这种各向同性材料通常更适合成形,与成形技术无关。

[0081] 第一材料优选地包含选自以下项组成的组的材料或由该材料组成:

[0082] • 金属,优选钛、镍、铬、铌、钨、钽、钼、钒、铂、锆、铁和它们的合金,特别是钢,

[0083] • 陶瓷,所述陶瓷包含选自以下项组成的组的至少一种元素:碳、氮、硼、氧或它们的组合,优选碳化硅、氧化锆、氧化铝、氮化硅、氮化硼、氮化钽、AlTiN、TiCN、TiAlSiN、TiN

和/或TiB<sub>2</sub>,

- [0084] • 玻璃陶瓷;优选含铝玻璃陶瓷,
- [0085] • 由金属基质中的陶瓷材料制成的复合材料(金属陶瓷),
- [0086] • 硬质金属,优选烧结碳化物硬质金属,诸如与钴或镍结合的碳化钨或碳化钛,
- [0087] • 硅或锗,优选地具有平行于第二面的晶面,晶片取向<100>、<110>、<111>或<211>,
  - [0088] • 单晶材料,
  - [0089] • 玻璃或蓝宝石,
  - [0090] • 多晶或无定形硅或锗,
  - [0091] • 单晶或多晶金刚石、微晶、纳晶和/或超纳晶金刚石、类金刚石碳(DLC)、金刚碳和
    - [0092] • 它们的组合。

[0093] 用于第一材料的钢优选地选自由以下项组成的组:1095、12C27、14C28N、154CM、3Cr13MoV、4034、40X10C2M、4116、420、440A、440B、440C、5160、5Cr15MoV、8Cr13MoV、95X18、9Cr18MoV、Acuto+、ATS-34、AUS-4、AUS-6(=6A)、AUS-8(=8A)、C75、CPM-10V、CPM-3V、CPM-D2、CPM-M4、CPM-S-30V、CPM-S-35VN、CPM-S-60V、CPM-154、Cronidur-30、CTS204P、CTS20CP、CTS 40CP、CTS B52、CTS B75P、CTS BD-1、CTS BD-30P、CTS XHP、D2、Elmax、GIN-1、H1、N690、N695、NioloX(1.4153)、Nitro-B、S70、SGPS、SK-5、Sleipner、T6MOV、VG-10、VG-2、X-15T.N.、X50CrMoV15、ZDP-189。

[0094] 优选的是,第二材料包括选自由以下项组成的组的材料或由所述材料组成:

- [0095] • 氧化物、氮化物、碳化物、硼化物,优选氮化铝、氮化铬、氮化钛、氮化钛碳、氮化钛铝、立方氮化硼
  - [0096] • 硼铝镁
  - [0097] • 碳,优选金刚石、多晶金刚石、纳晶金刚石、类金刚石碳(DLC),和
  - [0098] • 它们的组合。

[0099] 此外,VDI指南2840中引用的所有材料都可以被选择作为第二材料。

[0100] 第二材料优选地选自由以下项组成的组:TiB<sub>2</sub>、AlTiN、TiAlN、TiAlSiN、TiSiN、CrAl、CrAlN、AlCrN、CrN、TiN、TiCN和它们的组合。

[0101] 特别优选使用纳晶金刚石的第二材料和/或纳晶和微晶金刚石的多层作为第二材料。相对于单晶金刚石,已经表明,与单晶金刚石的生产相比,纳晶金刚石的生产可以更加容易和经济地完成。此外,就其晶粒尺寸分布而言,纳晶金刚石层比多晶金刚石层更均匀,所述材料还表现出较小的内在应力。因此,切割刃的宏观变形不太可能发生。

[0102] 优选的是,第二材料的厚度为0.15μm到20μm,优选2μm到15μm,并且更优选3μm到12μm。

[0103] 优选的是,第二材料的弹性模量(杨氏模量)小于1200GPa,优选地小于900GPa,更优选地小于750GPa,并且甚至更优选地小于500GPa。由于低弹性模量,硬涂层变得更柔韧和更有弹性。杨氏模量根据如在以下中公开的方法确定:Markus Mohr等人“Yong's modulus, fracture strength, and Poisson's ratio of nanocrystalline diamond films”, J. Appl. Phys. 116, 124308 (2014), 特别是在段落III.B. Static measurement of Young's

modulus下。

[0104] 第二材料的横向断裂应力 $\sigma_0$ 优选为至少1GPa,更优选至少2.5GPa,并且甚至更优选至少5GPa。

[0105] 关于横向断裂应力 $\sigma_0$ 的定义,请参考以下参考文献:

[0106] • R.Morrell等人,Int.Journal of Refractory Metals&Hard Materials,28 (2010),第508至515页;

[0107] • R.Danzer等人,在以下文献中:由J.Kriegesmann,HvB Press,Ellerau出版的“Technische keramische Werkstoffe”,ISBN 978-3-938595-00-8,第6.2.3.1章“Der 4-Kugerversuch zur Ermittlung derbiaxialen Biegefestigkeit spröder Werkstoffe”。

[0108] 因此,横向断裂应力 $\sigma_0$ 通过断裂试验的统计评估来测定,例如在根据上述文献细节的B3B载荷试验中。因此,它被定义为断裂概率为63%时的断裂应力。

[0109] 由于第二材料的极高横向断裂应力,几乎完全抑制了单个微晶从硬涂层(特别是从切割刃)的分离。因此,即使长期使用,切割刀片也能保持其原有的锋利度。

[0110] 第二材料的优选为至少20GPa。硬度通过纳米压痕法(Yeon-Gil Jung等人,J.Mater.Res.,第19卷,第10期,第3076页)测定。

[0111] 第二材料的表面粗糙度 $R_{RMS}$ 优选地小于100nm,更优选地小于50nm,并且甚至更优选地小于20nm,该表面粗糙度根据以下公式计算得出:

$$[0112] \quad R_{RMS} = \left(\frac{1}{A}\right) \iint Z(x,y)^2 dx dy$$

[0113] A=评估区域

[0114] Z(x,y)=局部粗糙度分布

[0115] 表面粗糙度 $R_{RMS}$ 根据DIN EN ISO 25178确定。上述表面粗糙度使得对生长的第二材料的额外机械抛光变得多余。

[0116] 在一个优选实施方案中,第二材料的纳晶金刚石的平均晶粒尺寸 $d_{50}$ 为1至100nm,优选5至90nm,更优选7至30nm,并且甚至更优选10至20nm。平均晶粒尺寸 $d_{50}$ 是50%的第二材料由较小颗粒组成时的直径。平均晶粒尺寸 $d_{50}$ 可以使用X射线衍射或透射电子显微镜和晶粒计数来确定。

[0117] 根据一个优选实施方案,第一材料和/或第二材料至少在区域中涂覆有低摩擦材料,该低摩擦材料优选地选自由以下项组成的组:含氟聚合物材料如PTFE、聚对二甲苯、聚乙烯吡咯烷酮、聚乙烯、聚丙烯、聚甲基丙烯酸甲酯、石墨、类金刚石碳(DLC)和它们的组合。

[0118] 此外,孔具有选自由以下项组成的组的形状:圆形、椭圆形、正方形、三角形、矩形、梯形、六边形、八边形或它们的组合。

[0119] 皮肤处理片材的第一表面上的孔的面积 $a_{1_i}$ 被定义为由周边包围的开口面积。孔面积 $a_{1_i}$ 在以下范围内:优选 $0.2\text{mm}^2$ 至 $25\text{mm}^2$ ,更优选 $1\text{mm}^2$ 至 $15\text{mm}^2$ ,并且甚至更优选 $2\text{mm}^2$ 至 $12\text{mm}^2$ 。

[0120] 切割刃理想地具有圆形构型,这提高了切割元件的稳定度。切割刃优选地具有以下末端半径TR:小于200nm,更优选1至200nm,更优选10至100nm,并且甚至更优选20至50nm。

[0121] 为了有效地切割毛发,切割刃的末端必须在毛发上施加高压。

[0122] 这在使用线性钢刀片的剃刮装置中通过如下方式实现:使刀片斜面相对于产品的

皮肤接触表面以一定角度取向,从而产生突出超过皮肤接触表面并且在皮肤接触表面上方朝向使用者皮肤暴露的切割刃。这同样适用于如W01992/002342中所公开的由薄金属形成的处理片材,其中刀刃相对于皮肤接触表面成角度并且突出超过皮肤接触表面并且在皮肤接触表面上方朝向使用者的皮肤暴露。然而,这种布置也会切割皮肤并导致皮肤刺激和不适,因此它不是安全的剃刮装置,因此迄今为止没有具有这些刀片布置的处理片材可用于毛发去除。

[0123] 为了在皮肤上安全,刀片斜面的面向皮肤侧必须与装置的皮肤接触表面共面,即,刃必须不暴露于皮肤接触平面之上。此外,切割刃的末端必须尽可能靠近皮肤,即,其应当位于皮肤接触表面内,即,其应当与皮肤接触表面重合。然而,这降低了对毛发的末端压力并因此降低了切割效率,因此迄今没有可用的具有由金属材料(Leonard)制成的不突出刀刃的处理片材。

[0124] 末端压力可以通过使刀片“更尖锐”(即,通过减小末端半径)来增加。这种处理片材可以例如用硅形成,然而硅是非常脆的并且锋利刃将在切割毛发所需的力的作用下断裂,并且因此迄今为止没有硅处理片材可供使用。

[0125] 令人惊讶地发现,根据本发明提供了耐用的切割刃,其与皮肤接触表面共面并且具有小于200nm的小末端半径。

[0126] 优选的是,末端半径TR与硬涂层的平均晶粒尺寸 $d_{50}$ 相关。因此,特别是如果在切割刃处的第二材料的末端半径TR与纳晶金刚石硬涂层的平均晶粒尺寸 $d_{50}$ 之比TR/ $d_{50}$ 为0.03至20,优选0.05至15,并且特别优选0.5至10,则是有利的。

[0127] 根据本发明的皮肤处理片材可用于毛发或皮肤去除领域,例如剃刮、去角质、胼胝皮肤去除。

[0128] 此外,根据本发明,提供了一种皮肤处理装置,所述皮肤处理装置包括如上定义的皮肤处理片材。

[0129] 下面的附图进一步说明了本发明,这些附图示出了根据本发明的具体实施方案。然而,这些具体实施方案不应被解释为以任何方式限制关于如权利要求书和说明书一般部分中描述的本发明。

[0130] 图1a至图1b是根据本发明的皮肤处理片材的透视图

[0131] 图2a至图2c是根据本发明的皮肤处理片材的第一表面的顶视图

[0132] 图3是根据本发明的切割元件的第二表面的顶视图

[0133] 图4a是根据本发明的另选皮肤处理片材的第一表面的顶视图

[0134] 图4b是根据本发明的另一皮肤处理片材的第一表面的顶视图

[0135] 图5是根据本发明的具有直斜面的两个切割孔的横截面图

[0136] 图6是根据本发明的具有第一和第二材料的两个切割孔的横截面图

[0137] 图7a至图7d示出了根据本发明的具有不同形状的另选切割孔的第二表面的顶视图

[0138] 图8a至图8e示出了根据本发明的具有不同形状的另选处理片材的第二表面的顶视图

[0139] 图9a至图9d示出了根据本发明的具有不同形状的另外处理片材的顶视图

[0140] 图10是用于制造皮肤处理片材的过程的流程图

- [0141] 图11是切割刃的横截面图,示出了末端半径的确定
- [0142] 附图标记列表
- [0143] 4、4'、4"、4'' 切割刃
- [0144] 18 第一材料
- [0145] 19 第二材料
- [0146] 22 衬底
- [0147] 40 皮肤处理片材
- [0148] 41 第一表面
- [0149] 42 第二表面
- [0150] 60 二等分线
- [0151] 61 垂直线
- [0152] 62 圆圈
- [0153] 65 构造点
- [0154] 66 构造点
- [0155] 67 构造点
- [0156] 101 硅晶片
- [0157] 102 氮化硅层
- [0158] 103 光致抗蚀剂层
- [0159] 104 金刚石层
- [0160] 430、430'、430"、430'' 孔
- [0161] 431、431'、431"、431'' 第一表面处的内孔周边
- [0162] 432、432' 第二表面处的内周边
- [0163] R 皮肤处理片材的外周边
- [0164] S 片材面积
- [0165]  $a1_i$ 、 $a1$  孔面积
- [0166]  $r1_i$ 、 $r1$  内孔周边
- [0167] X'-' 相邻孔之间的直线
- [0168] p' 第一孔处的直线的起点
- [0169] p'' 与第一孔相邻的第二孔处的直线的起点
- [0170] W1 边沿宽度
- [0171]  $l1_i$  孔的切割长度
- [0172] L1 总切割长度
- [0173]  $b1_i$  第一表面上的最短孔间隔
- [0174]  $b2_i$  第二表面上的最短孔间隔
- [0175] 图1a以向第一表面41上看的透视图示出了本发明的处理片材40。处理片材40包括具有孔430的衬底22,所述孔具有外周边R。
- [0176] 图1b以向与第一表面41相对的第二表面42上看的透视图示出了本发明的处理片材40。处理片材40包括具有孔430的衬底22,所述孔具有外周边R。可以看出,切割刃沿位于第一表面41处的内周边431成形,从而产生圆形切割刃。第一表面41处的内周边431小于第

二表面处的内周边432,结果是孔430的三维形状类似于远离第一表面渐缩的截锥。这种几何形状不太容易被毛发或死皮堵塞孔。

[0177] 图2a描绘了皮肤处理片材40的第一表面的顶视图,其具有外周边R。由该外周边包围的面积是总片材面积S。

[0178] 皮肤处理片材40包括数目n个孔430、430'、430''等,每个孔在第一表面41上具有孔面积 $a_{1_i}$  ( $i=1$ 至n)。面积 $a_{1_i}$ 被定义为由孔430、430'、430''等的孔周边 $r_{1_i}$ 包围的开口面积。所有n个孔的所有孔面积 $a_{1_i}$ 的总和得到了总孔面积A1。

$$[0179] \quad A1 = \sum_{i=1}^n a_{1_i}, i=1 \text{ 至 } n$$

[0180] 孔430、430'、430''等具有沿第一内周边431、431'、431''等的至少一部分的切割刃。处理片材40的第一表面41上的孔430的切割长度 $l_{1_i}$  ( $i=1$ 至n)被定义为沿在孔430内设置有切割刃的内周边431的部分的长度,该部分具有沿内周边 $r_{1_i}$ 的长度。所有n个孔的所有切割长度 $l_{1_i}$ 的总和得到了总切割长度L1。

$$[0181] \quad L1 = \sum_{i=1}^n l_{1_i}, i=1 \text{ 至 } n$$

[0182] 皮肤处理片材包括数目n个孔430、430'、430''等。对于每个孔,可以确定最近相邻孔。可以绘制直线X'-",其开始于位于第一孔430'的内周边431'上的任一点p',并且结束于位于第二孔430''的内周边431''上的任一点p''。孔430和最近相邻孔430'之间的最短孔间隔 $b_{1_i}$ 被定义为可以在这两个最近相邻孔之间以此类方式绘制的最短线的长度。两个最近相邻孔430和430'之间的最短距离是 $b_{1_i}$ 。

[0183] 边沿宽度W1是可以从外周边R至与外周边R相邻的任何孔的内周边 $r_1$ 测量的最短距离。

[0184] 图2b和图2c示出了与图2a中相同的处理片材40。图2b中的阴影区域表示由外周边R包围的片材面积S。图2c中的阴影区域表示由孔周边 $r_1$ 包围的孔面积 $a_1$ 。

[0185] 图3是本发明的处理片材40的第二表面的顶视图。具有第一表面41(不可见)和第二表面42的处理片材40包括具有孔430的第一材料18的衬底22,所述孔具有八边形形状。在第一表面41(不可见)处,衬底22具有孔,所述孔具有孔430的内周边431和孔面积 $a_1$ (由阴影区域表示)。在该实施方案中,切割刃4、4'、4''、4'''仅在内周边431的部分中成形,即八边形的每个第二侧具有切割刃。

[0186] 图4a示出了皮肤处理片材40的第一表面41的顶视图,所述皮肤处理片材包括数目n个复杂成形孔430,每个孔具有在第一表面41上的孔面积 $a_{1_i}$  ( $i=1$ 至n)以及沿内周边431的一部分形成的切割刃4。

[0187] 在处理片材40的第一表面41上的孔430的切割长度 $l_{1_i}$  ( $i=1$ 至n)被定义为沿在孔430内设置有切割刃的内周边431的部分的长度,该部分具有沿内周边 $r_{1_i}$ 的切割刃4。所有n个孔的所有切割长度 $l_{1_i}$ 的总和得到了总切割长度L1。

[0188]  $L1 = \sum_{i=1}^n l_{1_i}, i=1$ 至n图4b示出了另选皮肤处理片材40的第一表面41的顶视图,所述皮肤处理片材40包括数目n个随机成形和取向的孔430、430'、430''、430'''',每个孔具有在第一表面41上的孔面积 $a_{1_i}$  ( $i=1$ 至n)。

[0189] 皮肤处理片材包括数目n个孔。对于每个孔,可以找到最近相邻孔。可以绘制直线X'-",其开始于位于第一孔430'的内周边431'上的任一点p',并且结束于位于第二孔430''

的内周边431”上的任一点p”。孔430和最近相邻孔430’之间的最短孔间隔 $b_{1_i}$ 被定义为可以在这两个最近相邻孔之间以此类方式绘制的最短线的长度。

[0190] 两个最近相邻孔430和430’之间的最短距离是 $b_{1_i}$ 。

[0191] 图5示出了皮肤处理片材40的与第一表面41的平面垂直的横截面。皮肤处理片材由衬底22形成并且包含多个孔430,其具有在第一表面41上的孔431的内周边。

[0192] 第一表面41上的两个最近相邻孔之间的最短距离是 $b_{1_i}$ 。第二表面42上的两个最近相邻孔之间的最短距离是 $b_{2_i}$ 。

[0193] 沿线 $b_{1_i}$  (例如在图2a中示出) 垂直于第一表面41和第二表面42的平面穿过处理片材40截取的竖直横截面表征了由以下界定的面积 $ax_i$ :  $b_{1_i}$ 、处理片材40的第二表面42上的对应最短孔距离 $b_{2_i}$ 、以及将第一表面41上的内周边431和431’分别连接到第二表面42上的内周边432和432’的两个切割斜面。

[0194] 图6示出了皮肤处理片材40的横截面,该横截面垂直于第一表面41的平面并且沿线 $b_{1_i}$ 截取,该线代表第一表面41上的两个最近相邻孔之间的最短孔间隔。皮肤处理片材由衬底22形成并且包含多个孔430,其具有在第一表面41上的孔431的内周边。衬底22包括第一材料18 (例如硅) 和第二材料19 (例如金刚石层),其中切割刃沿周边431并且在第二材料19中成形。

[0195] 图7a至图7d示出了根据本发明的具有不同形状的另选切割孔的第二表面42的顶视图。孔可以是圆形(图7a)、正方形(图7b)、八边形(图7c)或六边形(图7d)或它们的组合。

[0196] 图8a至图8e示出了根据本发明的皮肤处理片材的第二表面42的顶视图,所述皮肤处理片材具有另选数目和布置的圆形孔。处理片材40的透明度T被定义为总孔面积A1除以总处理片材面积S之比。下表给出了以图8a至图8e所示的皮肤处理片材的百分比表示的透明度T。

图	透明度, T
图8a	21%
图8b	9%
图8c	28%
图8d	25%
图8e	25%

[0198] 图9a至图9d示出了根据本发明的皮肤处理片材的第一表面41的顶视图,所述皮肤处理片材具有另选的几何形状,即不同的孔形状。

[0199] 在图10中,示出了本发明过程的流程图。在第一步骤1中,通过PE-CVD或热处理(低压CVD)用氮化硅( $Si_3N_4$ )层102涂覆硅晶片101作为硅的保护层。必须仔细选择层厚度和沉积程序,以保证足够的化学稳定性来承受随后的蚀刻步骤。在步骤2中,将光致抗蚀剂103沉积在 $Si_3N_4$ 涂覆的衬底上,随后通过光刻进行图案化。然后,使用图案化的光致抗蚀剂作为掩模,通过例如 $CF_4$ 等离子体反应离子蚀刻(RIE)来构造( $Si_3N_4$ )层。在图案化之后,在步骤3中通过有机溶剂剥离光致抗蚀剂103。剩余的图案化 $Si_3N_4$ 层102用作硅晶片101的后续预结构化步骤4的掩模,例如通过在KOH中的各向异性湿法化学蚀刻。当第二表面42上的结构已经达到预定深度并且保留连续的硅第一表面41时,蚀刻工艺结束。其他湿法和干法化学工艺可能是合适的,例如在 $HF/HNO_3$ 溶液中的各向同性湿法化学蚀刻或含氟等离子体的应用。在

接下来的步骤5中,通过例如氢氟酸(HF)或氟等离子体处理去除剩余的 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 。在步骤6中,预结构化的Si衬底被涂覆大约 $10\mu\text{m}$ 薄的金刚石层104,例如纳晶金刚石。金刚石层104可以沉积在硅晶片101的预结构化的第二表面3和连续的第一表面41上(如步骤6所示),或者仅沉积在硅晶片的连续的第一表面41上(此处未示出)。在双面涂覆的情况下,结构化的第二表面3上的金刚石层104必须在切割刀片的后刀刃形成步骤9之前的另一步骤7中被去除。例如通过使用 $\text{Ar}/\text{O}_2$ 等离子体(例如RIE或ICP模式)来执行金刚石层104的选择性去除,这显示了对硅衬底的高选择性。在步骤8中,硅晶片101被减薄,使得金刚石层104在没有衬底材料的情况下部分自立,并且在剩余区域中实现期望的衬底厚度。此步骤可以通过在 $\text{KOH}$ 或 $\text{HF}/\text{HNO}_3$ 蚀刻剂中的湿法化学蚀刻来执行,或者优选通过在RIE或ICP模式下在包含 $\text{CF}_4$ 、 $\text{SF}_6$ 或 $\text{CHF}_3$ 的等离子体中的等离子体蚀刻来执行。将 $\text{O}_2$ 添加到等离子体工艺将产生金刚石膜的切割刃形成(如步骤9所示)。例如在DE 198 59 905A1中公开了工艺细节。

[0200] 在图11中,示出了可以如何确定切割刃的末端半径 $\text{TR}$ 。通过首先绘制将切割刃1的第一斜面的横截面图像一分为二的线60来确定末端半径 $\text{TR}$ 。在线60平分第一斜面的地方绘制点65。在距离点65 110nm处垂直于线60绘制第二条线61。在线61平分第一斜面的地方绘制另外两个点66和67。然后根据点65、66和67构建圆圈62。圆圈62的半径是切割刃的末端半径 $\text{TR}$ 。



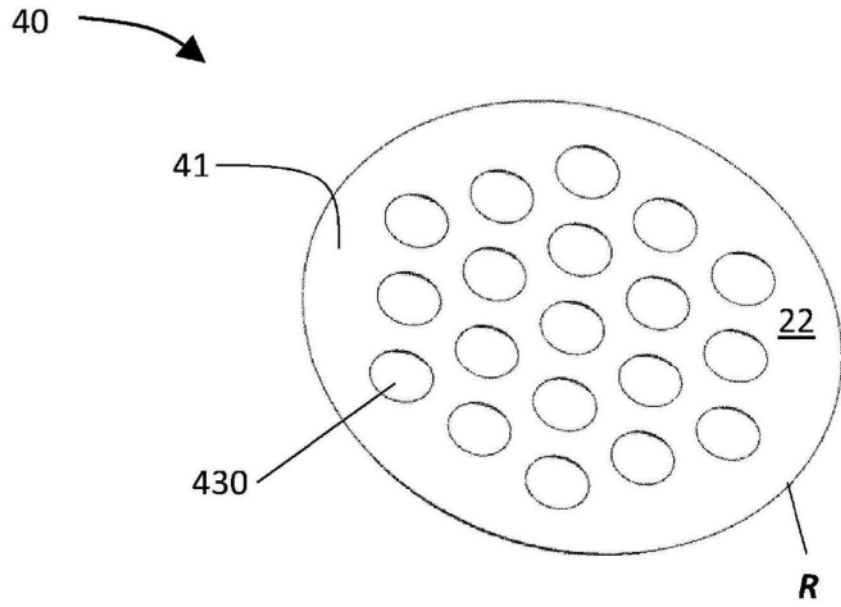


图1a

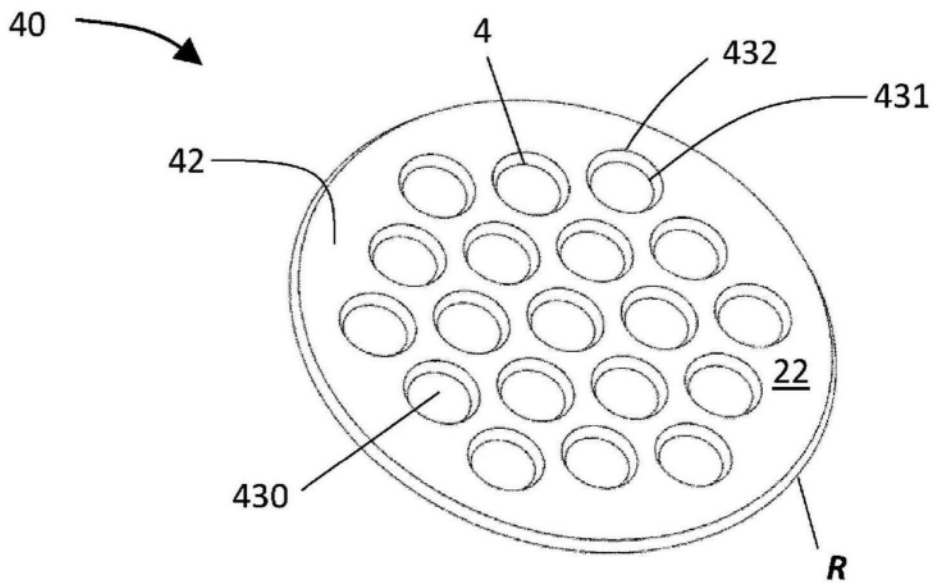


图1b

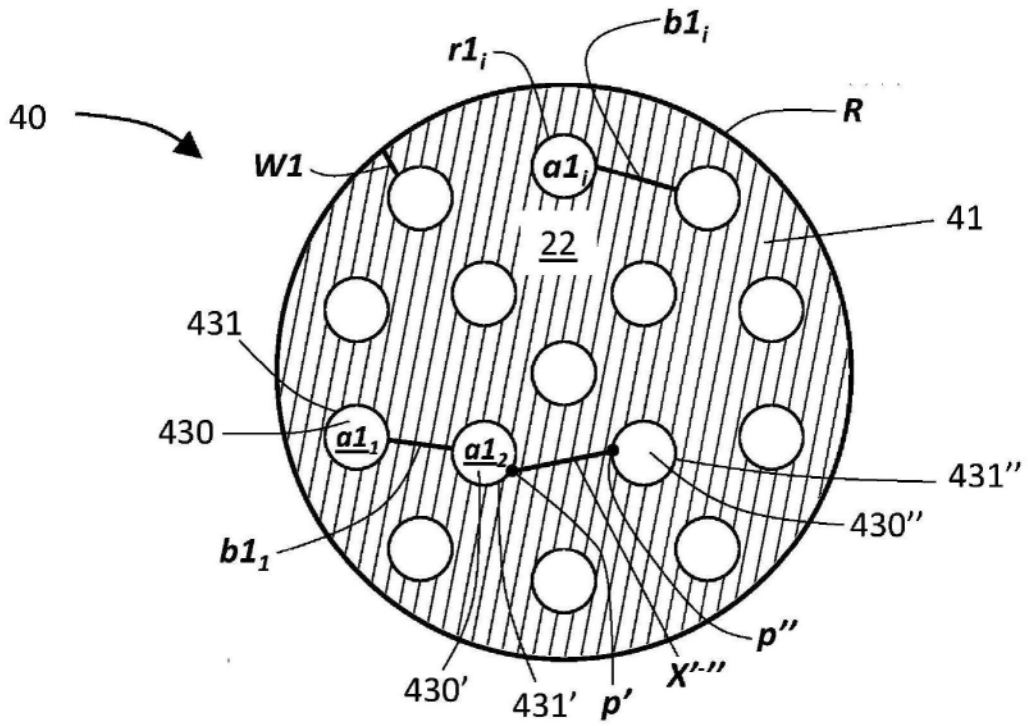


图2a

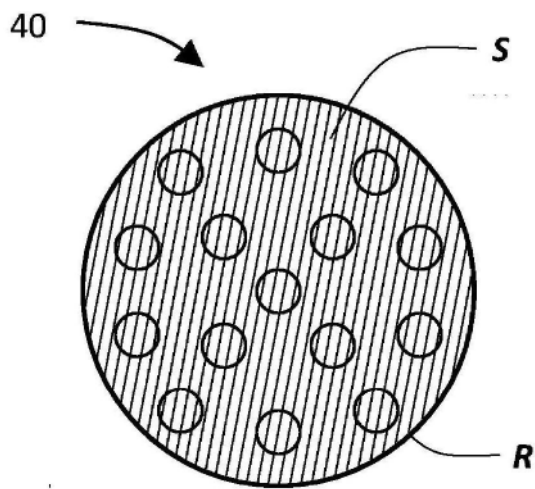


图2b

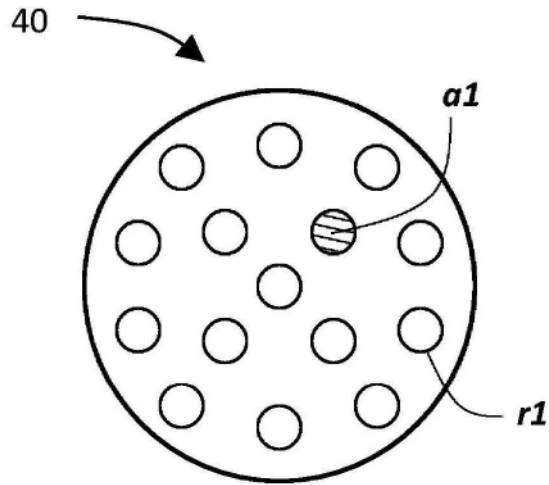


图2c

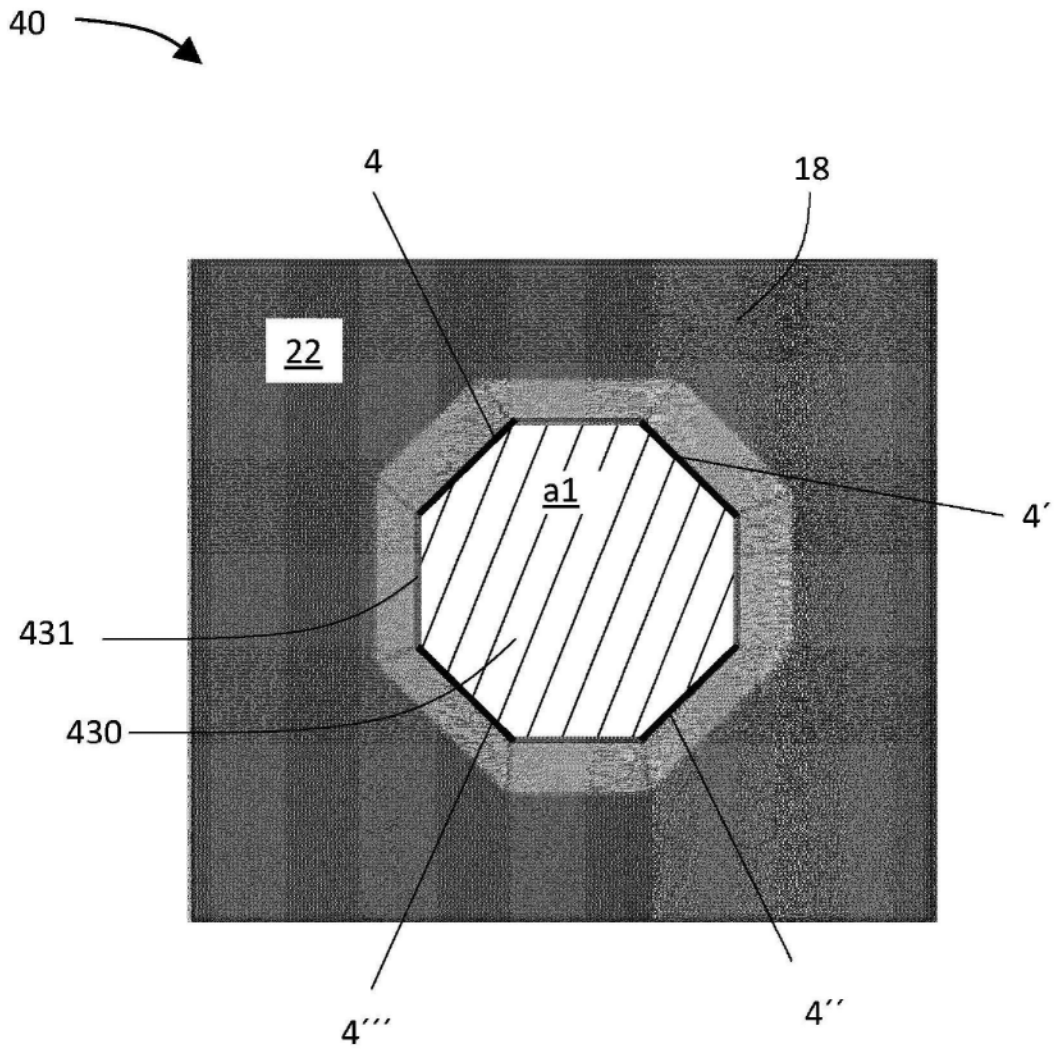


图3

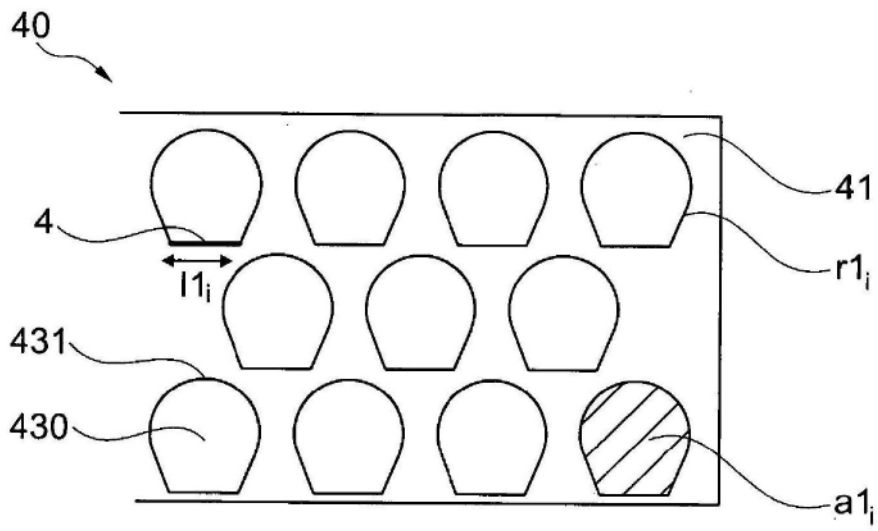


图4a

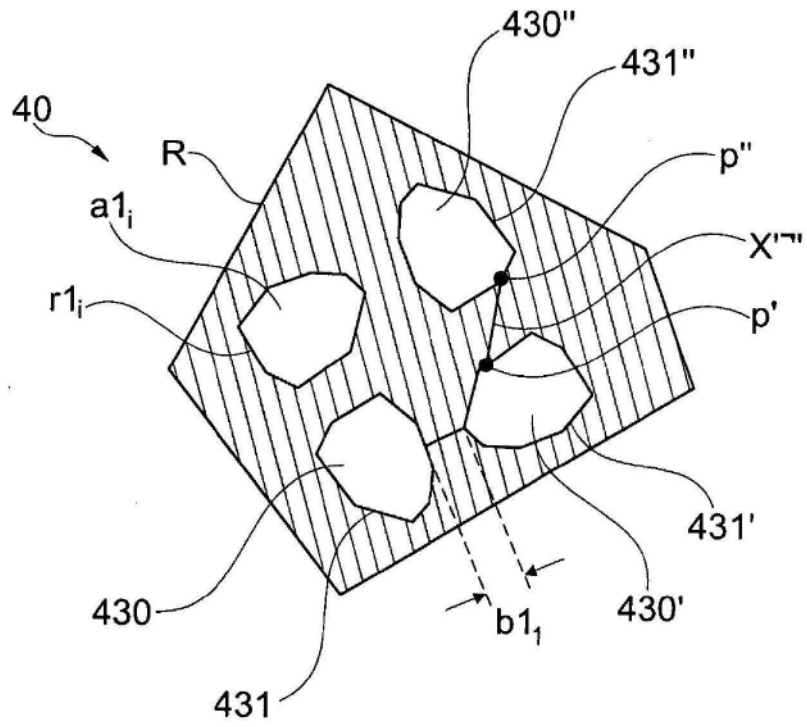


图4b

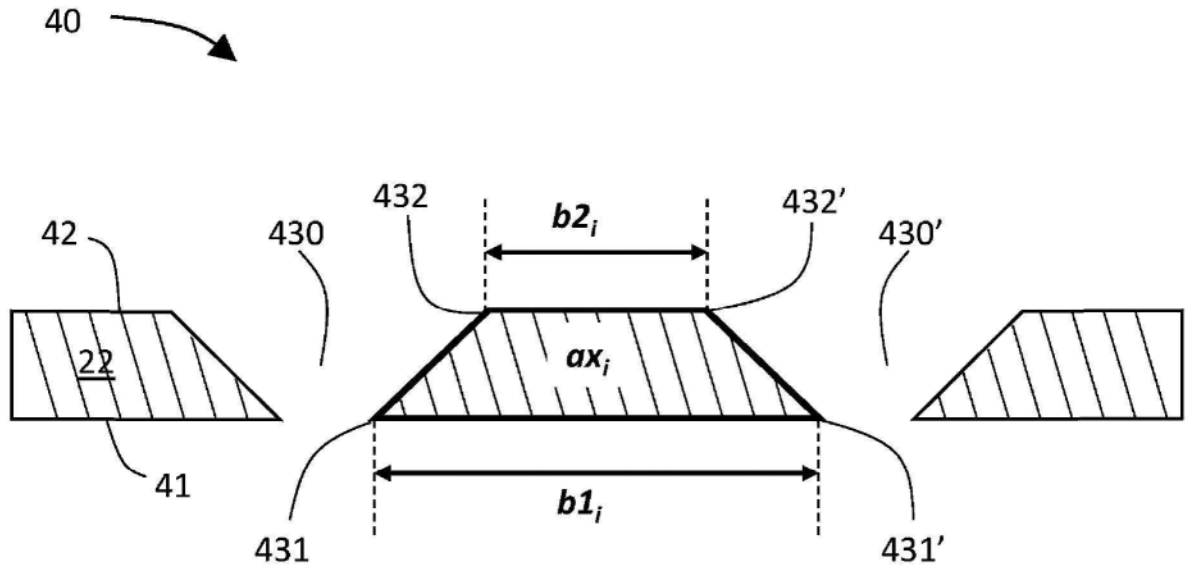


图5

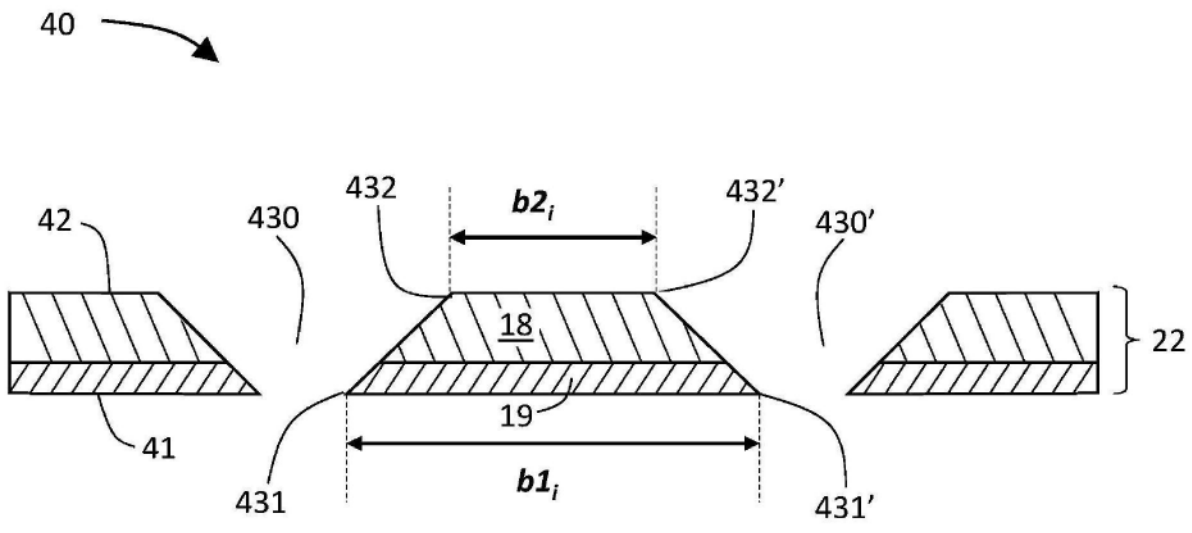


图6

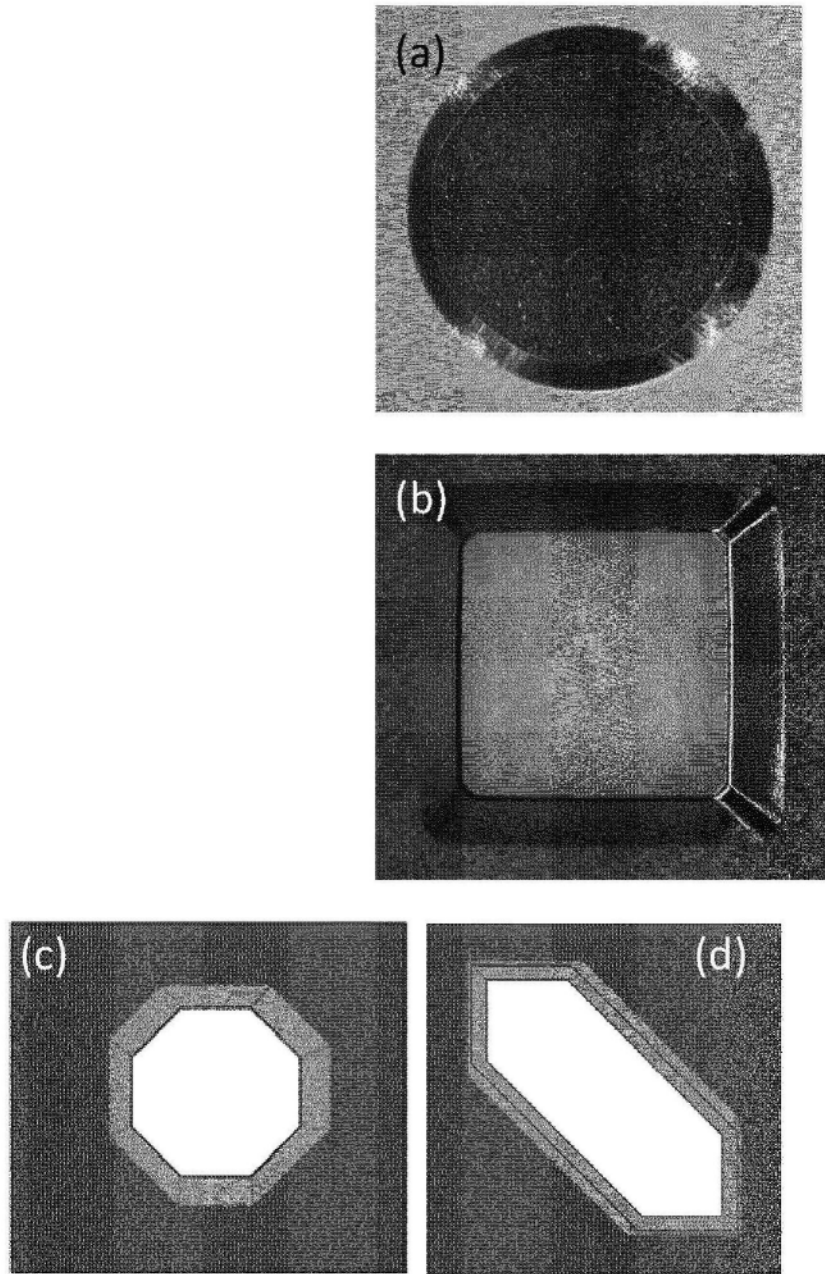


图7

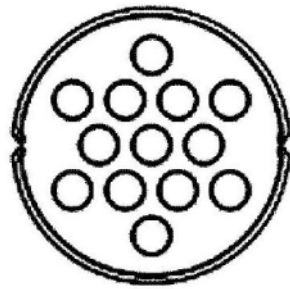


图8a

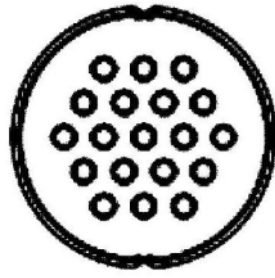


图8b

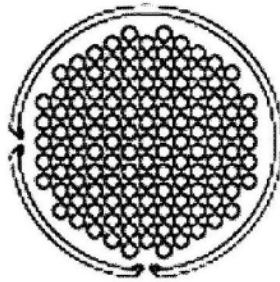


图8c

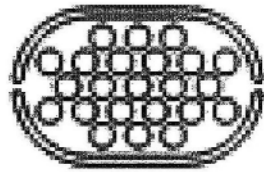


图8d

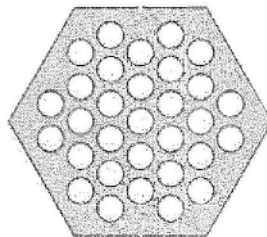
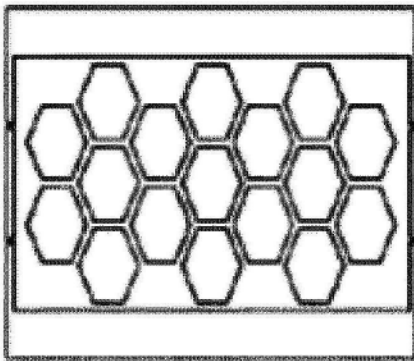
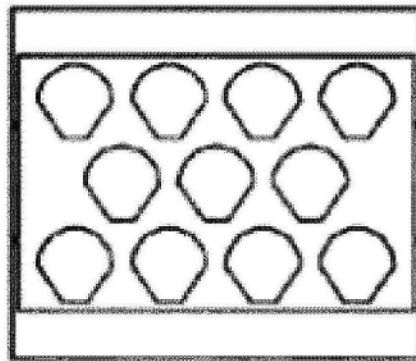


图8e

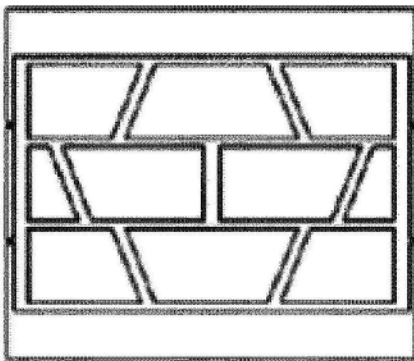
(a)



(b)



(c)



(d)

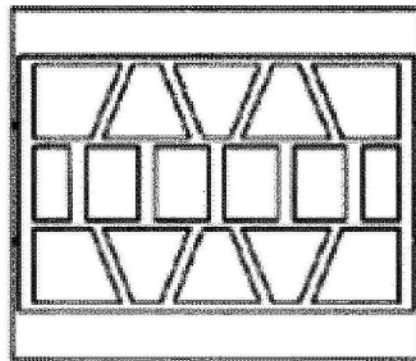


图9



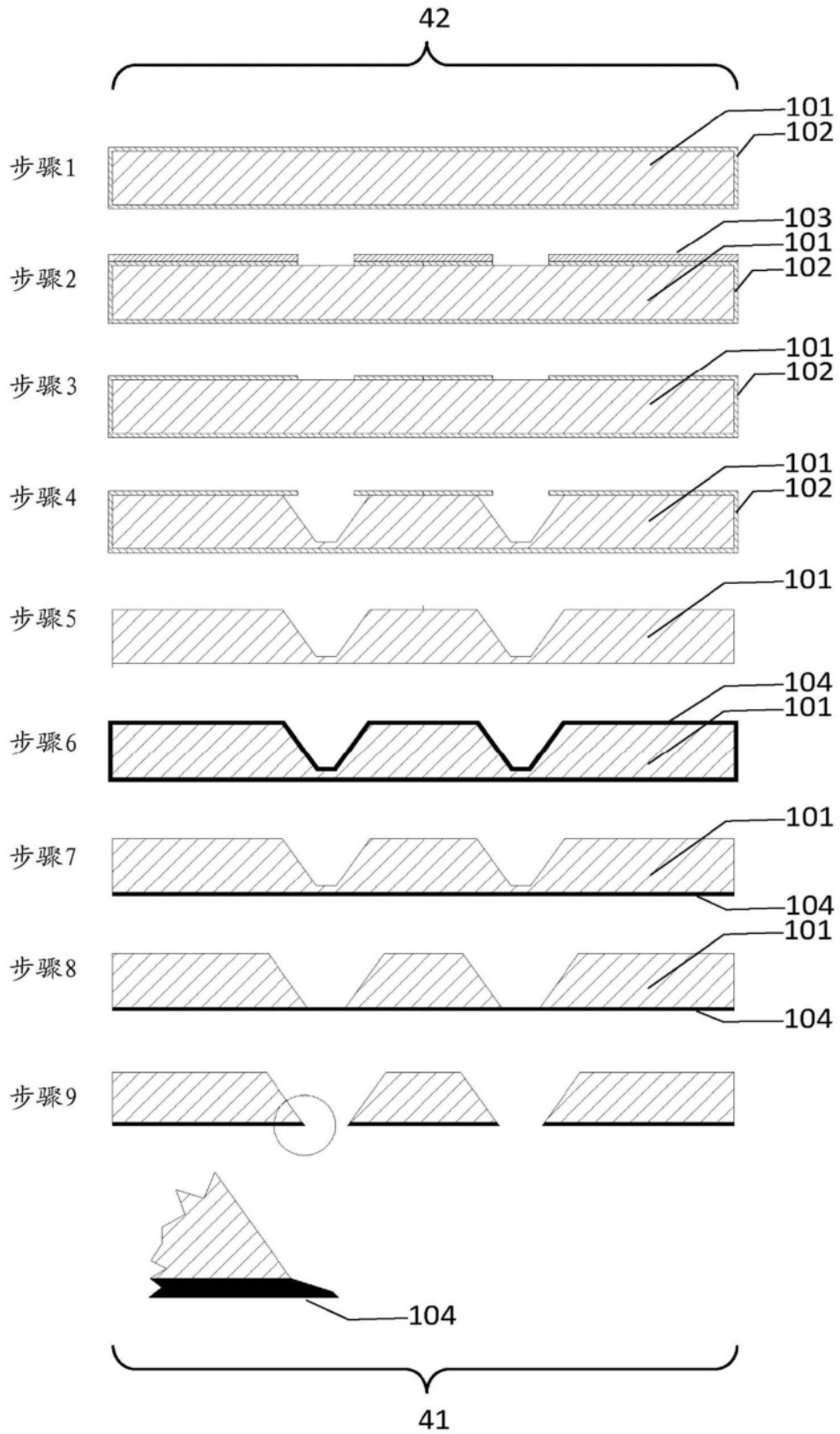


图10

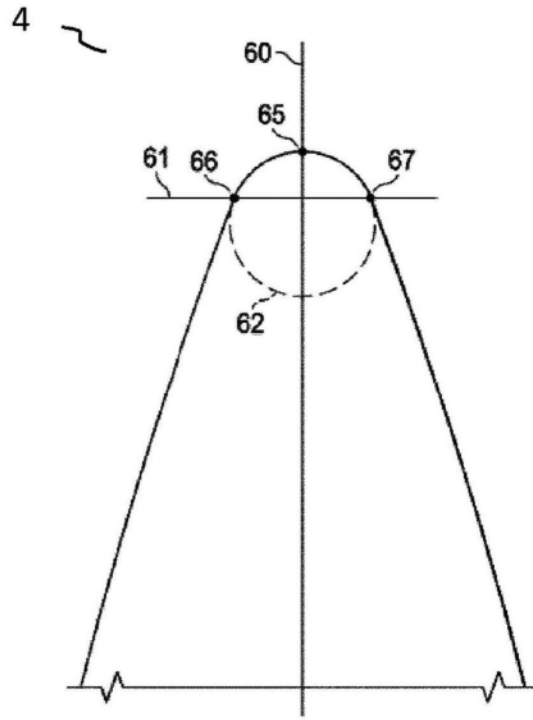


图11