

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

C03B 13/08

C03B 13/14

C03B 13/16

C03B 23/02



[12] 发 明 专 利 说 明 书

专利号 ZL 99808555.3

[45] 授权公告日 2005 年 8 月 3 日

[11] 授权公告号 CN 1212986C

[22] 申请日 1999.10.8 [21] 申请号 99808555.3

[30] 优先权

[32] 1998.10.15 [33] DE [31] 19848549.7

[86] 国际申请 PCT/EP1999/007545 1999.10.8

[87] 国际公布 WO2000/021894 德 2000.4.20

[85] 进入国家阶段日期 2001.1.12

[71] 专利权人 肖特玻璃制造厂

地址 德国美因茨

[72] 发明人 R·辛格 J·迪萨姆 C·鲍姆

审查员 刘克宽

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

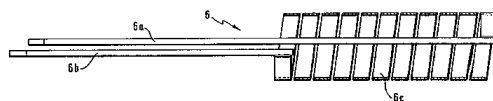
代理人 苏 娟 杨松龄

权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 3 页

[54] 发明名称 一种在玻璃平板上形成结构的热成型工具及其应用

[57] 摘要

在具有光学功能的玻璃领域中, 需要具有特定的精密表面结构的玻璃, 例如新一代平面显示屏的显示板, 即所谓的通道板。在避免了以往所用的那种网板印刷工艺的缺点的同时, 本发明提出一种成型工具(1), 它具有特定结构的表面, 用来在玻璃(2)上产生出某些结构, 而且通过对被赋予某些结构的玻璃区域进行局部加热可以成本合算地形成出精密的微结构。本发明提出的成型工具有一个具有一金属空心圆柱体(7)的轧制圆柱体(3), 一种成形用的金属薄片(8)被固定在该空心圆柱体上; 还有一个穿透它的轴(5)用于经过卡头(4)连续带动轧制圆柱体(3)。一个电加热装置电绝缘地安置在轴(5)和空心圆柱体(7)之间。



1. 具有特定结构表面的成型工具(1)，用于在玻璃(2)上制出结构，配有：

- 5 - 一个轧制圆柱体(3)，由一个金属空心圆柱体(7)构成，在它的外圆周面上紧密面接触地套有一成形用金属薄片(8)，金属薄片配有相应于待制出的玻璃结构负面的凹隙(8a)，
- 一个轴(5)，用于连续带动轧制圆柱体(3)，它穿过金属空心圆柱体(7)延伸，
- 10 - 两个卡头(4)，它按金属空心圆柱体(7)的端面的高度固定地安装在轴(5)上，并形状配合连接地与空心圆柱体(7)有效啮合，
- 一个电加热装置(6)，它电绝缘地安置在轴(5)和金属空心圆柱体(7)之间，对于轴还附带有热绝缘层。

2. 按权利要求1所述的成型工具，其特征在于：金属空心圆柱体
15 (7)的材料是一种镍塑性合金。

3. 按权利要求1所述的成型工具，其特征在于：用于成形的金属薄片(8)的材料是一种耐磨的、可加工出微结构的、导热的材料，对玻璃有尽可能小的粘附倾向。

4. 按权利要求3所述的成型工具，其特征在于：金属薄片(8)
20 是用一种PtAu5-合金制成的，含有一种纯PtAu5-材料或者含有替代的氧化物扩散的PtAu5-材料。

5. 按权利要求3或4所述的成型工具，其特征在于：金属薄片(8)是用一种基本材料做成的，其上施加了涂层。

6. 按权利要求1所述的成型工具，其特征在于：用于成形的金属
25 薄片(8)热等压地压(或套)在金属空心圆柱体(7)。

7. 按权利要求1所述的成型工具，其特征在于：用于成形的金属薄片(8)上可形成特定结构的凹隙(8a)是用金钢钻工具精密车削出来的。

8. 按权利要求1所述的成型工具，其特征在于：卡头(4)至少
30 具有三个对称分布的梯形的爪(4a)，而且在金属空心圆柱体(7)的端面上设计了互补的梯形凹隙(3a)，这些凹隙与爪(4a)以很小的接触面处于相互有效啮合之中。

9. 按权利要求 8 所述的成型工具, 其特征在于: 卡头 (4) 在朝空心圆柱体一侧有轴向槽隙 (4b)。

10. 按权利要求 1 所述的成型工具, 其特征在于: 轴 (5) 设计为空心轴, 被支承在带有预应力的轴承的固定 - 可松开轴承 (Fest-loslagern) (12, 13) 中。

11. 按权利要求 1 所述的成型工具, 其特征在于: 卡头 (4) 和轴 (5) 利用轴螺母 (10) 和盘形弹簧 (11) 以拉紧杆方式轴向地张紧在一起。

12. 按权利要求 10 或 11 所述的成型工具, 其特征在于: 轴 (5) 具有多个均匀分布在其圆周面上的纵向槽缝 (5a)。

13. 按权利要求 1 所述的成型工具, 其特征在于: 在轴 (5) 上抗扭转地套有一个陶瓷圆筒 (14), 其上容纳电加热装置 (6) 的热导体 (6c); 在带有热导体 (6c) 的陶瓷筒 (14) 上套有一石英玻璃管 (15) 用于对相邻的空心圆柱体 (7) 电绝缘。

14. 按权利要求 13 所述的成型工具, 其特征在于: 作为热导体配备了一条 PtRh10 - 带 (6c), 它在陶瓷筒 (14) 的槽 (14a) 中绕成一个线圈。

15. 按权利要求 13 或 14 所述的成型工具, 其特征在于: 为了向加热装置 (6) 输入能源, 在轴 (5) 上配备了一滑环装置 (16)。

16. 按权利要求 10 所述的成型工具, 其特征在于: 空心轴 (5) 的内部至少配置一个陶瓷管 (17) 以用于输送冷却空气。

17. 按权利要求 10 所述的成型工具, 其特征在于: 在空心轴 (5) 的内部安装了一支热电偶 (18)。

18. 按权利要求 1 所述的成型工具 (1) 的用途, 是在平面显示屏的通道板上成形出精密结构。

一种在玻璃平板上形成结构的热成型工具及其应用

5 本发明涉及一种具有特定结构表面的成型工具，用来在热成型方法范围内在玻璃上制出结构，这种工具特别用于在平面显示屏的通道板上形成精密结构。

在精密性用途上特别在具有光学功能的玻璃范围内，需要具有精密结构的平板玻璃。这类玻璃例如是新一代平面显示屏的显示板（等离子显示板 = PDP；等离子编址液晶 = PALC）。在上述平面显示屏玻璃的所谓通道板中制出微细通道结构，以用于触发分立的行或位，
10 这些行或位延伸在整个有效的显示屏宽度或高度上，而且在这些行或位中经过放电来点燃等离子。每个分立的通道的两侧限界是经过矩形凸肋来实现的，隔片的宽度应尽可能小。为了获得够量的放电容积，隔片的高度应显大于其宽度。隔片间的间距应尽可能的小。

15 因此，通道板就表现为一个 PALC-显示屏或 PDP - 显示屏的微结构的玻璃后面板。在图 7 中以大大放大的比例绘出它的局部基本形状。该图中所示的通道形微结构必须在成本上合算而且大量地制备出来，以满足不同规格显示屏的要求（显示屏对角线最高达 55"）。为一个 42" 高视频 PDP - 显示屏，例如必须做出大约 5760 条通道，
20 其间距 "X" 约为 $161\mu\text{m}$ ，隔片高度 Y 为 $150\mu\text{m}$ ，隔片宽度 "Z" 为 $30-50\mu\text{m}$ ，在大约 520mm 长度上的公差仅为几个 μm 。这些非常严格的技术要求必须有高精密的工艺方法和相应的装置才能加以实现。

25 已知，采用具有特定结构表面的成型工具的基础上的热成型工艺在玻璃上成形出某些结构。

常规的热成型方法，即所谓的原始成形方法，是这样构想的：从熔融的玻璃液中出来的热态（液态）玻璃借助一个压入液态玻璃中的经过冷却的成型工具而获得所要求的形状。在此情况下，成型工具承担着“凝固成型”的功能，也就是说，玻璃在接触成型工具之前具有
30 高于转变点（ T_g ）的温度，在与成型工具接触时被冷却到这样的程度，使得具有特定结构的成型工具表面的负面能够形态稳定地复现在玻璃中。

本发明是从另一种热成型方法出发的，这种方法可特别称为再成型方法。按此种再成型方法，玻璃的温度在与具有特定结构表面的成型工具接触之前可低于转变点，在接触到成型工具时才提高到成型所需的温度范围 ($T > T_g$)。在此，最重要的一点是：只局部加热待产生一定结构的区域。在采用这种再成型方法情况下玻璃也能在形状稳定状态中保持它的构形离开成型工具。

就工艺过程而言，常规热成型方法和再成形的热成型方法共同涉及的物理因素，有：

- 玻璃的温度和成型工具的温度，
- 施加于玻璃和成型工具的压力负荷，
- 玻璃和成型工具的接触时间（停留时间）。

对停留时间的下述考虑可以解释这么一点：

若玻璃与成型工具仅发生短时间的接触，即成型工具在达到玻璃凝固点之前就从玻璃撤去，那么由于玻璃结构的流散之故在接触之后便会在结构中出现强烈的变圆现象。

在长时间接触情况下，由于成型工具和玻璃的强烈温差和不同热膨胀之故，便会产生不可容许的侧向应力，这些应力会损害结构的精密性，即不利地影响到通道板上的通道的定位准确性和再现准确性。

能满足准确的工艺控制要求的成型工具必须保证前述各物理因素的独立调定/调节。

已知的热成型工具都不能满足这些要求。由于这些热成型工具的通常的铬-镍钢实心构造使得必须完全加热整个成型工具，所以它们还有不足的热形态稳定性，其原因是在成型工具中存在相当小的温度波动时就会在成形结构上产生相对高的长度变化，这些变化会超过通道或隔片构形上的公差。

同样的情况也适用于在 DE 197 13 309 C1 及 DE 197 13 312 A1 中所公开的成型工具，这种工具也具有特定结构的表面以用于按再成形的热成型原理在玻璃上产生某些结构，这种工具在所提出的实例中具有一个轧制圆柱体，是最好用非金属材料做成的实心圆柱体，将一个具有特定结构的表面的模具相当松地固定在该实心圆柱体上。在实心圆柱体的两个端头上分别安置了一个支承颈，以用于旋转地保持轧

制圆柱体。为了对成型工具进行必要的局部加热，配置了一个外部热源。

成型工具的这些设计实际上不能产生具有符合要求的可再现的精确度的精密结构，这是因为在各个组成部分的构造上以及在轧制圆柱体的支承部分上都没有充分考虑到必要的热形态稳定性。因此这不能满足文首述及的甚高的技术要求。

使用 EP 0866 487 A1 所公开的成型工具也不满足文首述及的甚高技术要求。

这种已知的成型工具有一个实心的用一种合金制成的轧制圆柱体，在其圆周表面上直接加工出成形的结构。关于轧制圆柱体的旋转支承问题在上述 EP - 文件中没有论述。在通过本身未直接被加热的轧制圆柱体与一对称辊相连而将所要求的结构压印在玻璃基片上之前，借助一个外部热源将玻璃基片加以塑化处理。

上述 EP - 文件也没有说明为了达到必要的热形状稳定性轧制圆柱体的热膨胀系数和支承部分所需的精密一致性。特别由于实心轧制圆柱体之故，即使在小的温度波动时也会在成形结构中出现相当高的长度变化，这些长度变化超出了设计通道或隔片的允许误差。

因此，利用具有特定结构表面的成型工具来生产通道板的方法实际上迄今尚未投入使用。

所以当前一般仍是采用一种网板印刷法来制造通道板，依此法在玻璃基体上要一层一层地淀积 10 ~ 20 个玻璃焊剂层。

这种方法有以下一些缺点：

- 压制时间长
- 焊剂成本高
- 通道板的不均匀浸出
- 环保负担（焊剂中的 Pb，腐蚀溶液）

因此从经济观点出发仍只宜生产样品，也就是不适合于经济合算的批量生产。

本发明的任务是提供一种具有特定结构表面的成型工具，以用于在玻璃上制出结构，这种成型工具可根据再成形的热成形原理，通过局部加热被赋予结构的玻璃部位而在玻璃上制出高精密的微结构。

根据本发明是通过具有下述装备的一种成型工具来解决上面提出

的任务的:

- 一个轧制圆柱体, 包含一个金属空心圆柱体, 在其外圆周面上配有一成型金属片, 该金属片配有符合于待施加的玻璃结构的负面的凹隙, 以严密平面接触的方式贴紧在该空心圆柱体的外圆周上,
- 5 - 一个轴, 用于连续带动轧制圆柱体, 该轴贯穿金属空心圆柱体,
- 两个夹头, 它们在金属空心圆柱体的两端的高度上固定地安置在轴上, 并形状配合连接地与空心圆柱体处于有效啮合中,
- 一个电加热装置, 它电绝缘地安置在轴和金属空心圆柱体之间,
- 10 还对轴配有附加的热绝缘体。

通过本发明提出的热成型工具的结构, 就能经济合算地在玻璃基体上进行简单滚压, 在接触到玻璃时借助有目的地局部加热待赋予一定结构的玻璃, 从而在玻璃上成型出高精密的微结构。

- 在此情况下, 对于达到稳定的成型温度来说, 金属空心圆柱体具有决定性的作用, 该空心圆柱体借助它的热容量可防止在与玻璃接触时出现过快的冷却。按照本发明的设计, 若金属空心圆柱体的材料是一种镍-塑性合金的话, 上述效应就能得到支持。
- 15

- 根据本发明提出的一项改进, 轴和轧制圆柱体之间的转矩传递是通过下述措施实现的: 卡头具有至少三个对称分配的梯形爪, 而在金属空心圆柱体的端面则设置互补性的梯形凹穴, 这些凹穴与那些爪以小的接触面处于相互的有效啮合之中。这一设计可以防止过大的热量从轧制圆柱体流入轴中。这种构造在此情况下, 在组成部分中出现温度波动时和轧制圆柱体与卡头有温度差别时, 都是没有余隙的。因此保证了循环运行精确性, 或者说这些精确性总是相同的。
- 20

- 从制造工艺出发, 最好配备四个错开 90° 的卡爪, 但从原理上说任一大于三的卡爪数都是可以的。卡爪越多就能使连接越符合于啮合。
- 25

此外, 本发明的其他特征及优点还可以从本发明的在各附图所示实例的说明中得知。

- 30 附图表示:

图 1 以纵断面图示出了本发明提出的热成型辊的结构及与之结构上相适配的轧制圆柱体、卡头、轴和加热装置,

图 1A 图 1 所示的成型辊的断面图，沿 A-A 线部分，

图 2 图 1 所示成型辊的局部放大，轴经过卡头同轧制圆柱体相偶联的顶视图，

图 3 安置在图 1 所示成型工具的轴和轧制圆柱体之间的加热装置 5 的示图，该加热装置用于加热轧制圆柱体，

图 4 图 1 所示成型工具的一个端侧前顶视图，以及向图 3 所示加热装置输送能源的滑环接触点视图，

图 5 能成形出特定结构的 PtAu5 金属薄片的局部放大截面图，该金属薄片包绕着成型辊，用于 PDP- 结构，

10 图 6 与图 5 相应的图，但用于 PALC- 结构，

图 7 具有已知通道结构的特定结构通道板的局部视图。

图 1 所示是本发明提出的热成型工具的一个优选结构形式的基本构造纵断面图。成型工具有一个一概以 1 标明的辊子的形状，该辊子在高的压力下连续地滚压过一个待赋予特定结构的玻璃基片 2 (图 15 1A)，依此，玻璃基片 2 依箭头方向在成型辊 1 下面拉引而过。

对玻璃基片 2 提出一些特殊要求。

用于本发明所优选涉及的显示系统的通道板的生产，通常都需要高质量的专门开发的玻璃基片 2，它们的特征就是在所有生产步骤中都表现出工艺稳定的性状。除了最终对反差清晰度和图像分辨质量起重 20 要作用的玻璃基片极高平滑度之外，还要求热稳定性、化学抵抗能力、重量小，以及一种合适的热膨胀特性。

对用于最新显示技术的理想玻璃基片的要求可以总括地和按照发展趋势地解释为：更平、更薄和更光滑，与此同时在取决于显示器类型而非常不同类的复杂方法步骤中具有尽可能惰性的和尽可能工艺稳 25 定的性能，以及可以提供合算的价格（大尺寸方面）。

就多数技术方面的玻璃应用而言，硼硅玻璃在这里能发挥突出的

作用。由于在可能的化学成分变化上数量繁多之故，可为这一族玻璃取得不寻常的性质。这一族玻璃特别突出的特点是：热稳定性能高，热膨胀低，对腐蚀性介质的化学抵抗性高。此外，这些玻璃不添加碱性成份也能生产出来。这些特性开辟了它们通往新颖技术上要求很高的平板玻璃用途的道路。

从平面显示屏的上述工作原理出发，可以推导出通道板用的玻璃基片的下述指导性要求：

- 热稳定性高 ($T_g \geq 600^\circ\text{C}$)
- 密度小 ($< 2.8 \text{ g/cm}^3$)
- 化学稳定性高
- 优良的表面质量 (平面性, 挠曲, 波纹, 等等)
- 收缩率小 ($\leq 20\text{ppm}$)
- 无“热”陷现象
- 热膨胀的最佳适配
- 电阻高
- 气体渗透率小
- 透射率高
- 足够的机械强度
- 大尺寸
- 价格便宜

除了 Corning 溢流熔融法和下拉工艺方法之外，首推浮法工艺能成本合算地生产大规格的玻璃基片，这些基片具有优良的表面性质和适合于显示屏生产工艺的性能。

成型工具 1 的设计是由文首述及的特定要求所决定的。

这些要求主要关系到以下配置：

- 一个具有特定结构的成型工具，用于产生出玻璃结构；
- 一个抗弯曲的成型工具，用于吸收滚压力；
- 一个成型工具，用于连续生产 (可通过辊子结构来获得)；
- 一个可调节的热工具。

上述条件将通过所绘出的由四个中心组成部分构成的成型辊 1 来完成。这四个中心组成部分是：轧制圆柱体 3，两个卡头 4，一个轴 5，及一个加热装置 6，为了一目了然起见，该加热装置在图 3

中单另绘出。

轧制圆柱体 3 构成该成型工具的成形部分，因为它载有待产生的结构的负面。轧制圆柱体首先包含一个承载的金属空心圆柱体 7，例如其长度为 300mm，外径为 120mm，壁厚为 12mm。

- 5 轧制圆柱体的材料最好是镍-塑性合金，其材料号为 2.4816。与陶瓷材料相比，金属合金的优点是金属的高的热膨胀系数，与陶瓷相比，金属的热膨胀系数与玻璃的热膨胀系数只有很小的差别。下面的表例如指出一些可用的材料的差示膨胀系数：

材料类别	材料	在 800℃ 的差示膨胀系数	与玻璃的膨胀系数相比的差示膨胀系数之差
玻璃	AF45	$\alpha_{800^\circ\text{C}} \approx 37 \cdot 10^{-6}/\text{K}$	
陶瓷	Quareal	$\alpha_{800^\circ\text{C}} \approx 0.5 \cdot 10^{-6}/\text{K}$	$\Delta \alpha_{800^\circ\text{C}} \approx 36.5 \cdot 10^{-6}/\text{K}$
金属	Inconel	$\alpha_{800^\circ\text{C}} \approx 20 \cdot 10^{-6}/\text{K}$	$\Delta \alpha_{800^\circ\text{C}} \approx 17 \cdot 10^{-6}/\text{K}$

- 10 (注：Quareal=石英陶瓷；Inconel=铬镍铁合金)

在滚压过程中如果出现温度波动，就说明产品的尺寸偏差小于使用陶瓷辊时的尺寸偏差，这是由于金属辊和玻璃的膨胀系数之差小的缘故。

- 15 下面的计算当能清楚说明实际情况。

- 20 在玻璃基片长度超过 100mm 时玻璃上的结构的公差例如最大应为 $\pm 10 \mu\text{m}$ 。在容许的温度波动数值范围内，可以明显看出金属辊优于陶瓷轧制辊。对金属成型工具来说，温差 $\pm 4.8^\circ\text{K}$ 都是可以的；而陶瓷成型工具只能允许有 $\pm 2.8^\circ\text{K}$ 的温度波动。由于成型工具中不均一的温度分布造成的产品尺寸偏差可通过校正性的轮廓设计（例如圆周面的凸形或凹形）来加以消除。

- 25 在金属空心圆柱体 7 的外表面上，在其整个圆周的例如 200mm 的长度上套有一个例如 1mm 厚的金属薄片 8，在该金属薄片上加工出了所要求的玻璃结构的负面。由于比例尺寸之故，在图 1 中不可能绘出上述负面轮廓。这些负面轮廓可以从图 5 和 6 所示的放大局部图中看出，也就是图 5 中是针对一种 PDP-通道结构的，图 6 中是针对一种 PALC-结构的。金属薄片 8 上的凹穴因此是与图 7 所示通道板上的隔

片互补的。

对于工艺可行性和经济性来说，一个重要方面就是薄片 8 所用的材料。

用在玻璃热成型领域的成型工具对所用工具材料提出了极高的要求。因此在选择材料时务必考虑以下准则：

- 对玻璃没有粘附倾向
- 没有腐蚀或氧化行为
- 高的热稳定性（持久强度）
- 磨损小
- 价格便宜

对于用于玻璃微结构成形的图 1 所示滚压工具 1，还必须满足其他要求：

- 可以实现微结构成形
- 可以加热（良导热性）

在用于空心玻璃成型的成型工具制造方面所进行的材料学试验和长年的经验证明：铂或铂合金，例如 PtAu5 合金，利用一种纯的 PtAu5 - 材料或者代替用一种氧化物分散的 PtAu5 - 材料（ODS）可以最佳地满足所提出的要求，即对玻璃的粘附倾向小以及腐蚀性和氧化性小。

不过，上述材料的热稳定性小，磨损强度也非最佳，而且还非常昂贵。热稳定性小会引起滚压工具中的结构正确度丧失，从而在相应程度上在玻璃结构中也就显露出缺点来。

由于 PtAu5 - 材料的硬度小而导致的材料磨损另一方面却提供了一个重要优点，就是对结构的机械切削加工的可能性。对于提高磨损强度的要求导致微结构成形方面的相应困难，而微结构成形却是使用辊子所需的至关重要条件。在这里就靠专业人员去寻求对相关用途的最佳折衷方案。

代替 PtAu5 - 合金，也可以考虑玻璃工业所采用的材料作为成型工具材料，这些材料为了降低对玻璃的粘附倾向和提高抗磨损强度是加以涂层的。

下列的材料组配可供参考：

主体材料：	Inconel (铬镍 铁合金)	涂层材料：	SiC
	Nicrofer		BC/N
	Nimonic (镍铬 钛合金)		TiC/N
	Udimet		TiAlN
	Incoloy (耐热 铬镍铁合金)		MoS ₂
	PM2000		Pt, Au - 合金
			Ni-P
			硬金

在此须力求某一种材料组配，它可以导致获得一种耐磨损的、可以微结构成形的、导热的材料，且对玻璃的粘附倾向很小（或无粘附倾向）。

- 5 为了改善成型工具/玻璃的相容性和成型工具表面的磨损，金属薄片必须与金属基体空心圆柱体 7 十分紧密地接合。

根据一个特定的实例，金属薄片 8 是热均压地压上的（套上的）。这是一种大面积的扩散焊接处理，它包含一种完全的材料熔接。

- 替代热等压法，原则上可采用任何改善表面质量的方法，于此，
10 相关的金属层、陶瓷层或高质层可以在利用负面结构实现结构成形之前或之后施加上去。

- 金属薄片 8 上的结构状况对于待产生的玻璃结构的质量起着决定性的影响，这是因为要使微结构进入玻璃，玻璃必须流入辊槽 8a（图 5/6）中。因此，微结构（环绕成型工具延伸的槽隙）的性状对成形
15 时玻璃体的机械性固定的可能性具有很大的影响。由于这一缘故，没有后切痕的极平滑的通道侧壁对于成功的热成型工艺来说具有至关重要的意义。另一个要求是，成型工具表面的粗糙度应达到最小限度，因为在滚压过程中成型工具的结构和其上所含的粗糙点或缺陷都会准确地复现在已变形的玻璃上。

- 20 总起来说，对具有特定结构的滚压成型工具提出的要求如下：

· 所要求的玻璃结构的精确几何负面再现

- 通道侧壁和表面的高平滑度和低粗糙度
- 保持符合要求的脱模角

辊体 1 的微结构成形基本上取决于金属薄片 8 的材料的可加工性。一般地说, 可考虑采用以下加工方法:

- 5 · 激光加工
- 金属线腐蚀处理
- 磨削
- 车削
- 模压加工
- 10 · 铣削
- 腐蚀处理
- 沉槽法腐蚀处理

每一种方法都对被形成结构的材料提出不同的要求。

- 激光加工
- 15 · 腐蚀
- 磨削
- 精密车削

如实验所证明的, 其中使用单晶天然金钢钻以用于微结构成形的精密车削方法具有特别重要的意义。

- 20 为了车削出空心的轧制圆柱体 3, 配备了前面已经述及的卡头 4, 这些卡头固定地安置在轴 5 上。

- 因此, 卡头 4 的作用在于轴 5 和轧制圆柱体 3 之间的转矩传递。卡头与轧制圆柱体 3 的连接是分别由四个梯形爪 4a(图 2)来形成的, 这些爪有一定余隙地与四个梯形槽穴 3a 有效啮合, 这些梯形槽穴依
- 25 径向延伸地成形在轧制圆柱体 3 的两端。“四”这一数目仅是举个例子而已。也可以对称分布地配置三个、六个或八个爪对, 或者大于三的其他任一数目。

- 这种具有一定间隙的带爪卡头一方面通过它的几何构形使轧制圆柱体和卡头之间的轴向和径向热膨胀即差示热膨胀得以实现, 另一
- 30 方面由于接触面小只允许轧制圆柱体对卡头有微小的微量损失。

这种卡头构造有一个很大的优点, 尽管有较大的热膨胀, 但对微结构的精确性很有利的是可以使轧制圆柱体获得一确定位置。

为了将耦联（电感功率的输入）和由此带来的功率损失减小到最低限度，卡头 4 在轧制圆柱体一侧配有轴向槽口 4a（图 2）。

卡头 4 所用的金属材料最好与轧制圆柱体的相同（材料号：2.4816），在高的工作温度下它有足够的强度。

- 5 轴 5 将一个端面象征地示出的传动装置 9 与卡头 4 连接起来，并承载着图 3 所示的加热装置 6 及其接头 6a、b。该轴被支承在固定—可松开轴承（Fest-loslager）12、13 中，这两个轴承配有预受力的可确保轴向和径向活动自由的精密轴承。轴 5 和卡头 4 之间的转矩是经过一种摩擦连接（各组成部分的拉紧）来传递的。为了防止腐蚀和磨损，在这些组成部分的接触部位在轴上涂敷 $-Al_2O_3$ 层。

卡头和轴 5 利用轴螺母 10 和盘形弹簧 11 依轴向彼此张紧，因此，鉴于它们的布置，在卡头/轧制圆柱体和轴之间允许有不同的热膨胀。在此布置下，轴 5 承担起拉条的功能，这就导致提高轧制圆柱体 3 的刚性。

- 15 为了给加热装置输电（还将说明）可以安置空气冷却通道和热电偶接头（温度测量）轴 5 是制做成空心轴的。为了在电加热的保持轴上的功率损耗很小，该轴在圆周上设计了均匀分布的纵向槽隙 5a（图 1A）；这就防止了轴上损耗感应电流的形成。

轴 5 最好是用一种耐高温的材料（材料号：2.4879）制成的。

- 20 加热装置 6 安置在轧制圆柱体 3 和轴 5 之间的范围内。作为加热元件最好用一种 PtRh10 带 6c（ $20 \times 1.5\text{mm}$ ），它在一陶瓷圆柱体 14 的槽隙 14a 中绕成图 3 所示的一个线圈。

上述陶瓷圆柱体 14 使轴 5 绝缘，对加热元件 6c 不仅是电绝缘，而且是热绝缘。可以特别使用石英陶瓷作陶瓷圆柱体的材料。

- 25 轧制圆柱体 3 是通过一个约 2mm 厚的石英玻璃管 15 而对加热元件 6c 实现电绝缘的。微小的间距有利于石英玻璃的快速而损耗少的热传递的传输性质，以达到良好辐射交换。

- 30 由于上述的几何构造，不仅可以实现轧制圆柱体 3 的间接加热（电阻加热），也可实现直接加热（电感应加热）。生产过程所需的热量可以按已知方法通过电压电位或电流强度的调节来进行调整。

代替热导体带 6c，也可以使用其他几何形状的热导体，特别是线型材、棒型材或管型材。作为材料，可根据热负荷之不同而选用其他

的热导体材料,特别是 Kanthal - 合金(铬铝钴铁合金)、Nikrothal - 合金(镍铬锰硅合金)或贵金属合金。

对加热装置的能源供给量通过在一轴端上的滑环接触装置 16 和经过空心轴 5 中的棒形元件 6a、6b(图 3)来实现的。

5 图 4 以顶视图表示滑环接触装置 16 的细节。该装置基本上由四个带有银石墨碳 16b 的双支腿碳夹具 16a 组成,它们各自成对地在相关的圆柱体区段 16c 上滑动,供电导线 6a、6b(图 3)的一个端头被引到该区段上。夹子 16d 用于连接供电导线。

10 为了防止轴 5 过度受热,在轴的內部安置了两个陶瓷管 17,利用这些陶瓷管将冷空气吹入该轴的中心,冷空气又可从两边出来。线圈中部的一支热电偶 18(图 1A)有一个延伸出来的接线端子 18a(图 1)提供了监控温度和调节加热装置的可能性。

上述加热装置可以作为欧姆电阻加热装置(50Hz)在空气冷却条件下进行操作。作为加热类型,也可以选用一种中频感应加热,作为
15 它的电导体要么用铜(水冷却)要么用贵金属(不冷却)。

加热装置是本发明提出的成型辊的一个关键组成部分,因为通过作为本发明出发点的再成形的成型过程要求对玻璃基片的有目的再加热。这种再加热是通过有目的地加热轧制圆柱体 3 到一个大于 T_g 的温度即大于待成形而具有特定结构的玻璃的转变温度的温度来实现的。
20 为了只在玻璃基片表面上成形出精细的与成型工具非常近似的结构,需要精确的温度控制,在此条件下才会在成型工具/玻璃的交界层中出现最小的玻璃粘度。这就要求成型工具的温度须高于已典型预加热过的玻璃基片的玻璃温度。

另一方面,通过热的成型工具在玻璃基片上建立了一个温度梯
25 度,它会导致热应力。为了防止破裂需要将这种应力减小到最低限度,这种需要规定在成形之前玻璃的初始温度的下限。在消除应力的范围内,该下限在 T_g 一点以上(在粘度为大约 $10E+12\text{dPa}\cdot\text{s}$ 时)。为了在此情况下尽量少地影响初始材料的基本结构,初始温度应保持尽可能的低。

30 就成形而言,关键问题在于通过材料输送而参与再成形过程的薄的玻璃表面层的温度。这一成形温度相当于接触前成型工具温度和玻璃温度的混合温度。其他重要影响则是由各组成部分的性质产生的,

如热导率和热容量。由于在整个成形过程的时间内，热量从热的成型工具流入较冷的加工件中，所以为了保持材料流入槽隙中必须保证向处于接触点的成型工具的持续热供给。在现在的情况下，这是通过辊子的内部加热来实现的，该辊子由于整体的金属空心圆柱体 7 之故而具有很高5 的热容量。高的成型工具温度从而高的交界面温度固然可加速成形过程，但也会加速其厚度受到限制的试样的热透，该试样会因此而如此大地丧失稳定性，以致不再能够无破损地来分离已紧密成形的工具和试样造成的不稳定现象，其原因应当咎于强烈弯曲的粘度-温度曲线。

10 为成形出所要求的结构特别是其高度>宽度的隔片的结构所需的成形时间，是由流入一间隙的流动过程来决定的。影响因素如下：

- 压力 直线的
- 粘度 直线的
- 高度 平方的
- 15 · 宽度 平方的

在采用其直径 = 120mm (成形啮合宽度约为 3mm) 的辊子时，滚压过程中的合适变形时间约在 1.5 秒 (滚压速度 = 2mm/秒)。

成形力是借助成形辊 1 压在软化的 (粘稠液的) 玻璃上而产生的。只要成形速度保持足够的小，成形力便因此作为液体中的内压力而不是作为应力出现。因此，促使玻璃流入成型工具的凹隙 8a 中的压力便确定为在玻璃 2 上辊子的力/接触面。这个面取决于辊子直径和辊子的沉入深度，从而也取决于成形温度。

20 本发明提出的成形辊通过它的构造而使得可以实现合适的工艺过程控制，这种控制以已往不可能做到的方式，精确地保持前面提及的再成形参数，从而达到精密微结构成形的目的。

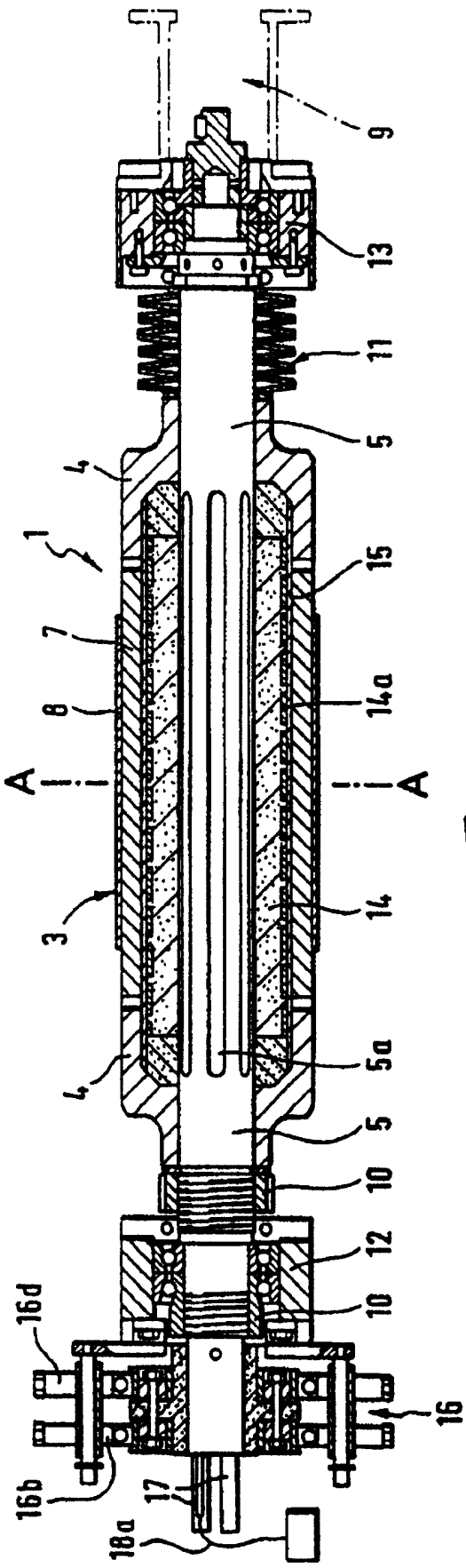


图 1

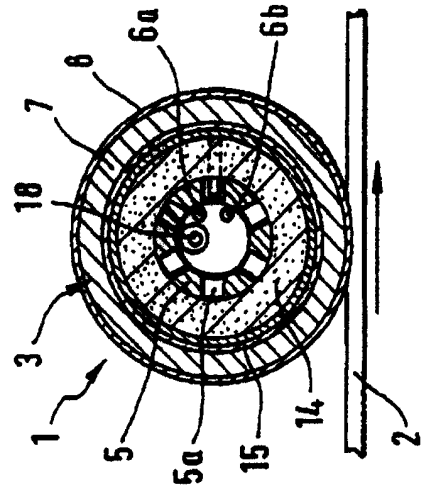


图 1A

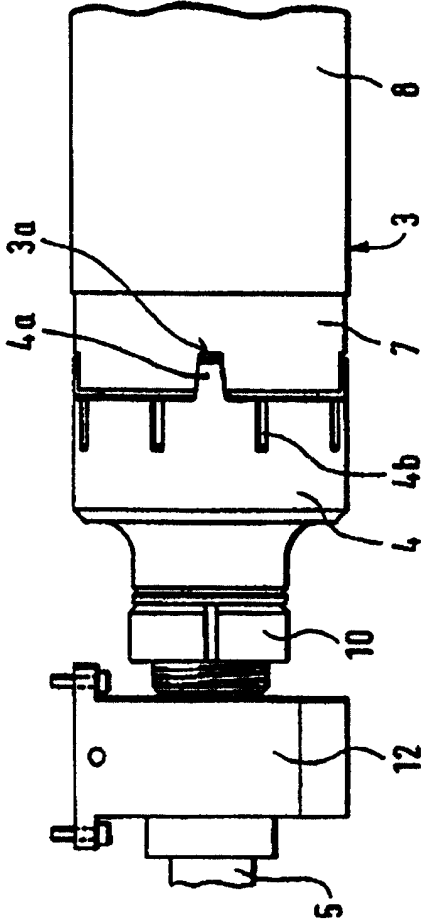


图 2

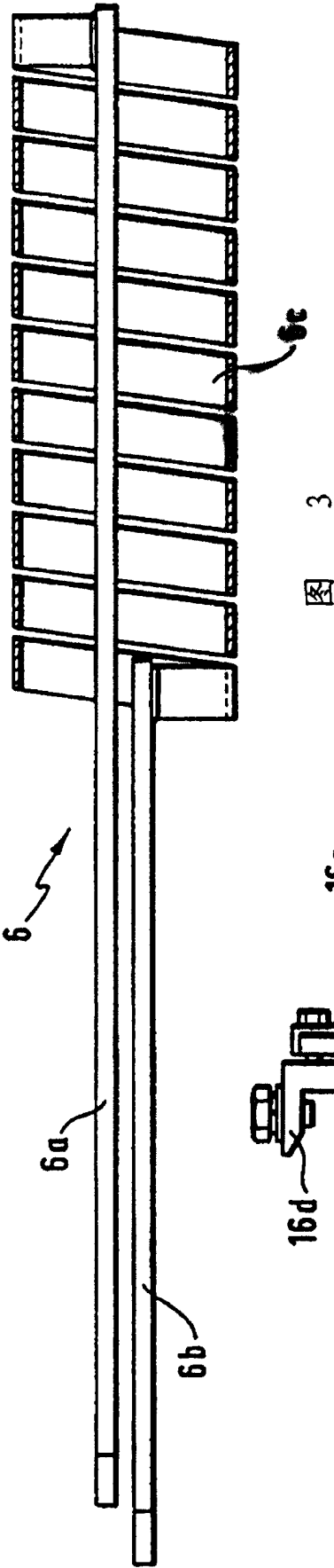


图 3

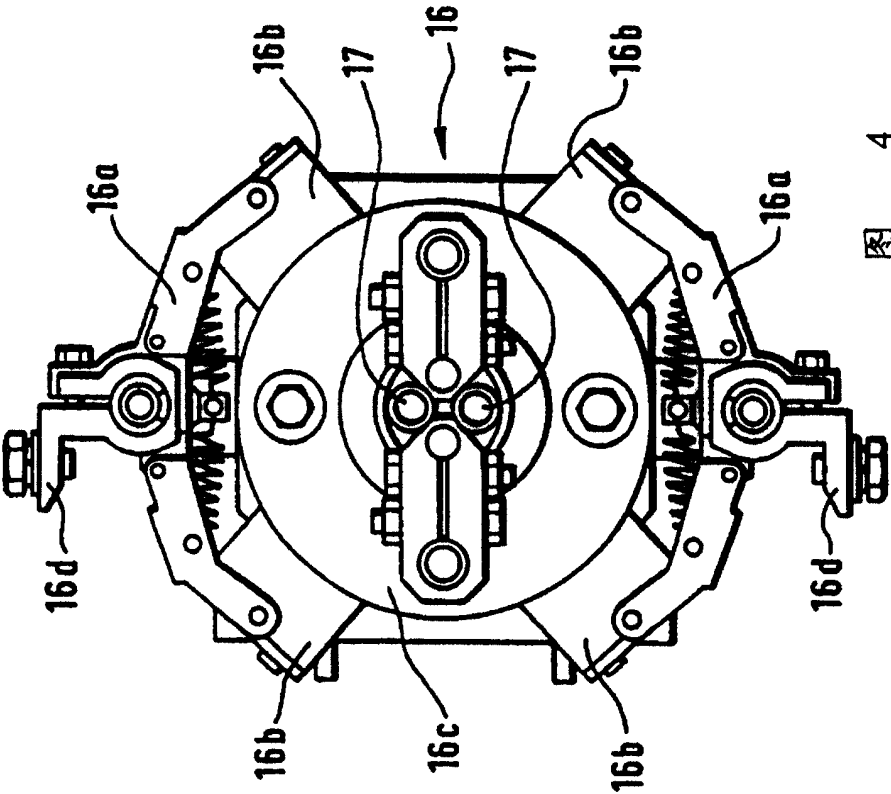


图 4

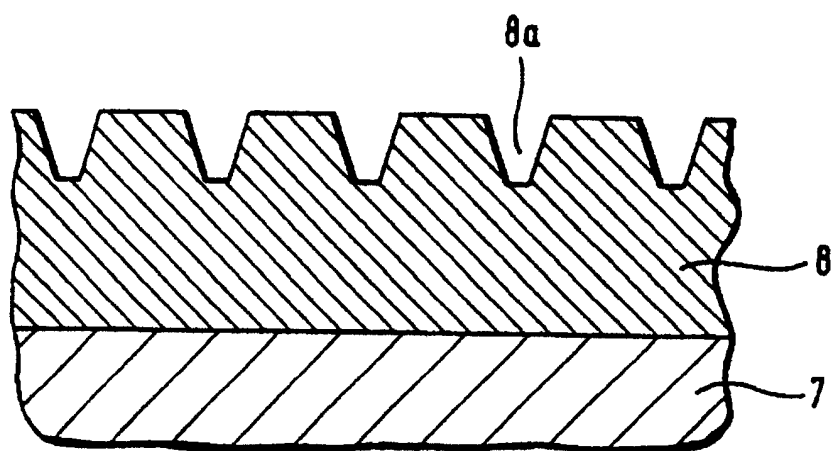


图 5

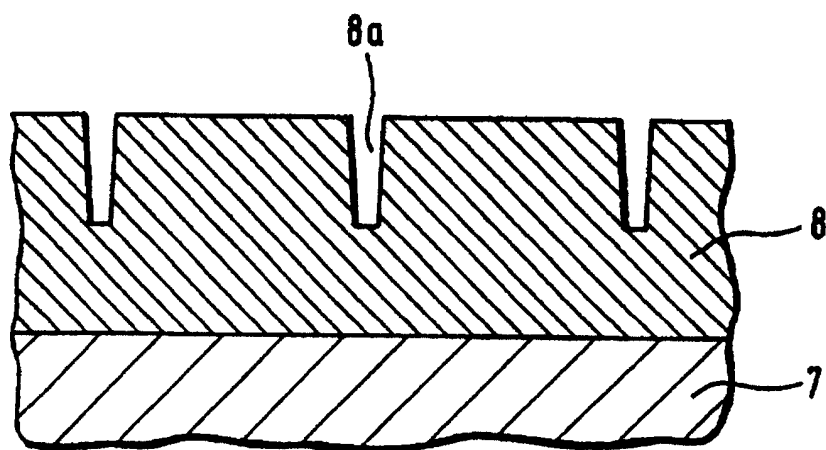


图 6

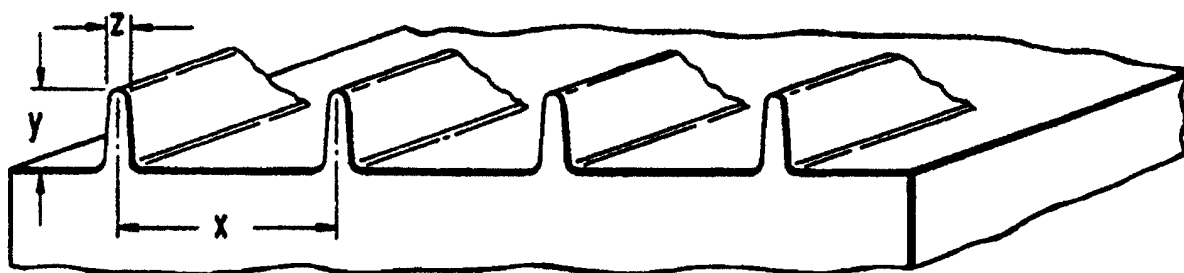


图 7