



# [12] 发明专利申请公开说明书

[11] CN 87 1 03686 A

CN 87 1 03686 A

[43]公开日 1987年12月30日

(21)申请号 87 1 03686

(22)申请日 87.6.16

(30)优先权

(32)86.6.16 (33)DE (31)P3620197.9

(71)申请人 SMS 舒路曼-斯玛公司

地址 联邦德国杜塞尔多夫

(72)发明人 雨果·费尔德曼 蒂尔曼·舒尔茨

格尔德·拜斯曼

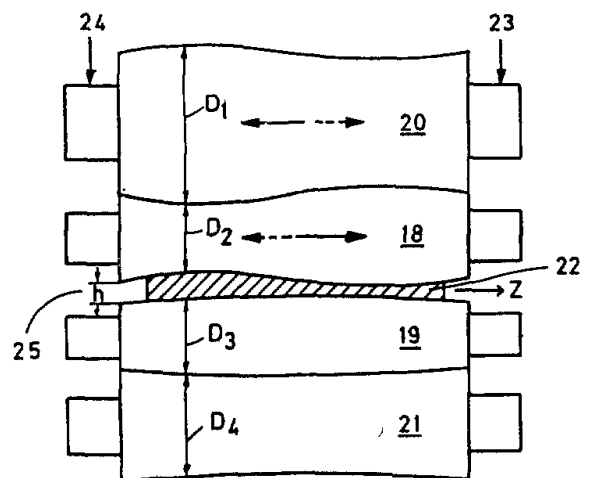
(74)专利代理机构 中国专利代理有限公司

代理人 杨松龄

(54)发明名称 生产轧制件、特别是轧制带材的轧辊机

(57)摘要

在轧辊机运行时轧制间隙和形状要改变,影响因素很多,如热学、工作轧辊或整套轧辊的弯曲、磨损等,都需要抵消或补偿,才能生产平整的轧制产品,特别是轧制带材。为了抵消不利影响,一般需要轧辊间相互轴向移动和/或在与轧制件平面垂直方向上调节工作轧辊。而本发明则可用特别简单的方式,即轧辊的轮廓在原始状态或无载荷状态下,使辊身直径总成的轴向形状  $D_{1-4}$  在轧辊的每一个相应变化的轴向位置上具有与固定形状相互偏移的轮廓形状。



871A09169/08\_184

# 权 利 要 求 书

---

1. 生产轧制件，特别是轧制带材的轧辊机，它具有工作轧辊，该轧辊必要时支承在支承辊上和中间支承辊上，同时该工作轧辊和/或该支承辊和/或中间辊在轧辊机座内设置成轴向移动的和在整个辊身长度上基本设置成弯曲的轮廓，其特征在于，这些轧辊（10，11，18，19，20，21，26，27，28，29，30，35，36，37，38，39，40，41，43，44，45，46，47）的轮廓在原始状态或无载荷状态下是这样设置的，即轧辊辊身直径总成的轴向形状在轧辊的每一个相应变化的轴向位置彼此具有一个与固定形状有偏移的形状。

2. 按权利要求1的轧辊机，其特征在于，与固定形状有偏移的轧辊辊身直径总成的轴向形状是和数学函数，特别是与一个n次多项式、一个指数函数或一个角函数相适应的。

3. 按权利要求2的轧辊机，其特征在于，轧辊辊身直径总成的轴向形状是由不同数学函数确定的数段曲线组合构成的。

4. 按权利要求2或3的轧辊机，其特征在于，轧辊辊身直径总成的轴向形状是作为总合、衡重方法或许多数学函数的线性组合而确定的。

5. 按权利要求1到4之一轧辊机，其特征在于，这种轧辊辊身直径总成的轴向形状在轧辊的每一个相应轴向位置上遵循一个以轧辊中心对称的函数。

6. 按权利要求1至4之一的轧辊机，其特征在于，这种轧辊辊身直径总成的轴向形状在轧辊的每一个相对轴向位置上遵循一个以轧辊中心不对称的函数。

7. 按权利要求 1 至 6 之一的轧辊机, 其特征在于, 轧辊 ( 1 0 , 1 0 ) 的轮廓, 特别是工作轧辊 ( 1 0 , 1 0 ) 的轮廓是由一个弱凸部分 ( 1 2 ) 和一强凹弯曲部分 ( 1 3 ) 组成的, 它的形状是由一个多项式函数和一个指数函数确定的。

8. 按权利要求 1 至 7 之一的轧辊机, 其特征在于, 轧辊 ( 1 0 , 1 8 , 1 9 , 2 6 , 2 8 , 2 9 , 3 5 , 3 7 , 3 8 , 4 4 , 4 5 , 4 6 , 4 7 ) 仅仅在轧制件一侧是可轴向移动地配置。

9. 按权利要求 1 至 8 之一的轧辊机, 其特征在于, 这轴向可移动的轧辊 ( 1 8 , 2 0 ) , 在力流动的方向看, 是串联地配置。

1 0 . 按权利要求 1 至 9 之一的轧辊机, 其特征在于, 轴向可移动的轧辊 ( 2 8 , 2 9 ) , 在力流的方向看, 是并列配置。

## 生产轧制件、特别是轧制带材的轧辊机

本发明涉及到一个生产轧制件、特别是轧制带材的轧辊机，该机具有工作轧辊，而该工作轧辊必要时支承在支承辊上或支承辊和中间支承辊上，同时该工作轧辊和/或该支承辊和/或中间辊在轧辊机座上设置成可轴向移动的和在整个辊身长度上基本形成弯曲的轮廓。

在欧洲专利说明书 0 0 9 1 5 4 0 中一种上述结构类型的轧辊机已公知，其中，这种弯曲的轮廓基本由凸起区和凹下区组成，而且这互相支承和协同作用的轧辊轮廓可在其一定的相对轴向位置上相互补充，并通过轧辊的轴向移动作相互补偿。由此不仅应改善两个相邻轧辊接触长度上的压力分布均匀性，也应提高轧辊间隙形状连续机械作用。

本发明的任务在于进一步改善和简化这种上面所述的公知轧辊机，特别是关于在轧辊的整个接触长度上的压力均匀分布以及关于形成和保持一个确定的挤压轧辊间隙。

该任务是这样解决的，即处于原始状态或无载荷状态下的轧辊轮廓设计成，轧辊辊身直径总成的轴向形状在轧辊每一个相对变化的轴向位置上相互具有一个与固定形状有偏移的形状。

通过本发明的轧辊轮廓实际上可以极有利地考虑到在轧辊机整个运行过程中出现的诸如热学、轧辊弯曲、轧平、磨损等的影响，并且从开始无载荷状态下考虑到将这些在载荷状态下、也就是在轧机运行条件下的影响加以消除。为了补偿前面所述的轧机运行时的这些影响，如果情况确实需要顶多只要将单个轧辊或轧辊对附加一个很小的相互

轴向移动。由本发明构成的轧辊轮廓涉及的情况是，该轮廓在原始状态下不自身补充，而仅在载荷的状态，也就是在轧辊机运行时，特别是在带材宽度区域内几乎全部进行补充。由此就可在维持预先确定的轧制间隙条件下同时实现在轧辊整个接触长度上的最佳压力分布。

当根据本发明将与固定形状有偏移的轧辊辊身直径总长之轴向形状的进一步优选设计和一个数学函数、特别是与一个N次多项式、一个指数函数或一个角函数相符合时，就可以在什么时候容易地计算出该外形轮廓。这个n次多项式遵循如下一般方程式：

$$D(Z) = \sum_{i=0}^n a_i Z^i$$

众所周知，对于一个二次多项式的总方程式应表示为：

$$D(Z) = a^2 z^2 + bz + c$$

这角函数应遵循下面的一般表达式：

$$D(Z) = \sum_{i=0}^n ( a_i \cos(2\pi iz) + b_i \sin(2\pi iz) )$$

一个简单解作为例子表示如下：

$$D(Z) = a \cos(2\pi z) + c$$

这指数函数表达为：

$$D(Z) = \sum_{i=0}^n a_i \exp(b_i z)$$

一个简单解作为该方程的例子：

$$D(z) = a \exp(z) + a \exp(-z)$$

D是轧辊辊身直径的总成，z表示相应的位置坐标，n表示轧辊的数量，和a、b、c为常数。

在本发明另一个优选结构方案中的设计是将轧辊辊身直径总成的轴向形状由不同数学函数确定的数段曲线组合而成。对此作为例子，该轧辊辊身直径的总成是由第一段的一种抛物线弧形曲线、第二中间段的正弦曲线和与第一段对称的第三段之抛物线弧形曲线所构成。

此外，根据本发明就可得出作为总合、衡重方法的或者作为许多数学函数的线性组合的轧辊直径总成之轴向形状。这种轧辊结构的一种轮廓形状作为例子可根据如下方程式而定：

$$D(z) = az^2 + b \cos(2\pi z) + c$$

另外的设计方案是将轧辊辊身直径总成的轴向形状在轧辊的每一个相应轴向位置上遵循一个以轧辊中心对称的函数。

同样，根据本发明的设计，轧辊辊身直径总成的轴向形状在轧辊的每一个相应轴向位置遵循以轧辊中心不对称的函数。

按照本发明另一个有利的设计，该轧辊轮廓、特别是工作轧辊的轮廓是由一个弱凸部分和一个强凹的弯曲部分组成的，它的形状曲线由一个多项式函数和一个指数函数组合而成。这个轧辊形状特别适合于补偿差别很大的温度分布或温度变动而影响轧辊和轧制间隙的情况。

根据本发明再一个有利的设计是，压力轧辊仅在轧制件平面的一侧是可轴向移动的设置。按照这种方式就可避免压力轧制间隙的高度型面上的重叠形状，并可达到工作轧辊接触长度上特别均匀的应力分布。

图1，带有弱凸起和强凹下轮廓曲线的工作轧辊对处在相对轴向

## 移动后的位置

图 2 根据图 1 的工作轧辊对处于轧辊以相反方向移动后的位置，

图 3，一个在轧制带材表面上方配置有可轴向移动的成型轧辊的四单元轧辊机

图 4，一个在轧制带材表面上方置有可轴向移动的成型轧辊的五单元轧辊机横截面图

图 5 和图 6，一个在轧制带材表面上方或下方将轧辊不同设置的六单元轧辊机横截面图

图 7，根据两个工作轧辊辊身直径总成的轮廓曲线所计算的，单个轧辊的不同形状函数图

在图 1 中描述了一个轧辊机的两个工作轧辊 ( 1 0, 1 1 )，它的外型轮廓由一段弱凸部分 ( 1 2 ) 和一个深凹弯曲部分 ( 1 3 ) 组成。该轮廓的曲线由一个多项式函数 ( 凸起部分 1 2 ) 和一个指数函数 ( 凹下部分 1 3 ) 组合而成。此外，这上工作轧辊 ( 1 0 ) 相对于下工作轧辊 ( 1 1 ) 已由中心位置轴向向右移动了 ( + 1 0 0 m m )。在这个位置上该工作轧辊 ( 1 0, 1 1 ) 符合用一般凸形磨削而得到的有抛物线凸度的轧辊对，并且，这种轧制带材 ( 1 4 ) 具有与轧辊间隙 ( 1 5 ) 相一致的双凹面形状。

图 2 中示出的实施例是这种上工作轧辊 ( 1 0 ) 相对于下工作轧辊 ( 1 1 ) 以与图 1 中的同样量 ( - 1 0 0 m m ) 从中心位置轴向向左的移动。因为在图 1 和图 2 中示出的这种工作轧辊是相同的，所以它们具有相同的比例系数。在图 2 中示出的工作轧辊 ( 1 0, 1 1 ) 的位置构成了一个轧辊间隙 ( 1 6 )，该间隙 ( 1 6 ) 使得轧制带材 ( 1 7 ) 基本上形成在对角线方向具有相对安置的稍成圆形外缘的矩

形横截面。通过该上轧辊(10)相对于下轧辊(11)由图1中示出的右侧外位置( $V = +100\text{ mm}$ )与由图2示出的左侧外位置( $V = -100\text{ mm}$ )之间的轴向移动可以按很有利的选择方式无级地调节和保持轧制间隙从凹形面到矩形面,还使轧制带材具有相应的横截面。理所当然的是,即在图1和图2中示出的工作轧辊的相对位置也可以通过下工作轧辊(11)相对于其上方的上工作轧辊(10)的轴向移动来达到。工作轧辊(10, 11)还可以通过在图中没表示的相应配置的支承辊和必要时的中间支承辊支承。根据本发明的工作轧辊(10, 11)外形轮廓的主要优点在于特别适合于补偿不同温度条件的影响。这样对于冷轧辊来说,当轧制的形状仅仅由机械加工方法确定其外形轮廓时,为了补偿套置轧辊的弹性变形,要求有一定的凸度,如在图1中示出的工作轧辊(10, 11)的位置所实现的那样。随着越来越高的轧制温度,也可自身调节温度分布,在辊身的中部区域温度分布是平滑变化的,而在辊身的端区就降下来。根据不同的热延伸而与温度分布相适应的是在图1和图2中表示的轧辊形状的热凸度。按此要求以机械方法确定的轧辊凸度相应地要减少。然而,同时却要求在辊身端部区域补偿变化的轧辊直径轮廓。这两种作用是通过在图1和图2中示出的上工作轧辊(10)相对于下工作轧辊(11)的轴向移动在直至极限点的范围内( $V = -100$ )无级地调节到依赖于当地温度的数值上。

图3示出了一个具有两个工作轧辊(18, 19)和两个支撑辊(20, 21)的轧辊机,同时,位于轧制带材(22)平面上方的上轧辊(18)和(20)按本发明是略凸缘形的结构,而相对应的位于轧制带材(22)下面的轧辊(19)和(21)是可轴向移动



的配置。还有工作轧辊 ( 18 ) 和支承辊 ( 20 ) 根据目的是垂直地相互重叠, 按力流方向 ( 箭头 23, 24 ) 观察, 串联配置的。

轧制间隙 ( 25 ) 的形状, 在轧制的垂直方向上可通过辊身形状产生影响。一个轧辊的每个局部直径 (  $D_i$  ) 的增大就可减少该处轧制间隙 ( 25 ) 的高度, 此时, 这单个轧辊的“放大系数倒数”是不同的, 在实施例中根据公式:

$$-\Delta h(Z) = C_1 D_1(Z) + C_2 D_2(Z) + C_3 D_3(Z) + C_4 D_4(Z)$$

而且对于支承辊 ( 20, 21 ) 采用  $C_1, C_4 = 0.4 \cdots 0.45$

和对于工作轧辊 ( 18, 19 ),  $C_2, C_3 = 0.7 \cdots 0.95$

要根据轧辊直径、辊身长度、弹性、**载荷水平**等而定。这种轧辊的形状或轮廓必须这样选择或者构成, 即在轧辊间隙中综合作用总希望具有通常以轧制带材中心对称的形状:

$$-\Delta h(Z) = C_1 D_1(Z - V_1) + C_2 D_2(Z - V_2),$$

其中  $V_1$  和  $V_2$  包含轧辊的移动路径。

通常人们将远离轧制品的轧辊设置一个较粗的轮廓, 近似的一种关系式表达为:

$$(D_{1\max} - D_{1\min}) : (D_{2\max} - D_{2\min}) = C_2 : C_1$$

另外, 可能很有意义的是, 选择的移动路径  $V_1$  和  $V_2$  有明显的差别 (  $V_1 > V_2$  )。在轧辊轮廓有合适的选择时, 可以完全不需轧辊的轴向移动。

在图 4 中描述的具有一对工作轧辊 ( 26, 27 ) 和支承辊 ( 28, 29 ) 及 ( 30 ) 的五单元轧辊机, 如根据图 3 的轧辊机那样, 同样只有位于轧制带材 ( 31 ) 平面上方的轧辊 ( 26 ), ( 28 ) 和 ( 29 ) 可轴向移动地配置。然而, 这上支承辊 ( 28 )

( 2 9 ) 还采用如此配置, 即, 它们从力流的方向 ( 箭头 3 2, 3 3 ) 看, 处于并列安置。

还有, 以图 3 中示出的四单元轧辊机相同方式的轧制变形区形状可通过所有轧辊直径函数而产生影响。该轧辊的放大系数倒数相对于图 3 的轧辊是按力流的方向余弦减少的。

对于轧辊间隙有决定作用的是前面结合图 3 的说明书中引述的综合效应。因为对称的设置, 这一对支承辊 ( 2 8, 2 9 ) 具有对于轧辊间隙的同样放大系数倒数, 这和图 3 中具相同的轧辊形状的轧辊机相反, 可以达到一种轧制变形区形状的对称式影响。在图 3 和图 4 中示出的具发明结构的轧辊机相对于迄今公知轧辊机的特别优点在于, 以简单的方式避免了轧制间隙的高度型面上重叠的 S 形曲线轨迹, 并可达到工作轧辊的应力均匀分布, 尤其是可避开轧辊的球聚现象。

必要时还可如图 5 示出的那种符合目的的安置, 即在一个具有六个轧辊的轧辊机中, 根据本发明将工作轧辊 ( 3 5, 3 6 ) 和与工作轧辊协同作用的支承辊 ( 3 7, 3 8 ) 以及 ( 3 9, 4 0 ) 相对于轧制带 ( 3 4 ) 成镜像或对称地配置。还在这轧辊机中设置了具发明性的轧辊轮廓, 并且总设置一个轧辊的、特别是工作轧辊的、相对于另一轧辊的轴向移动, 也就是在轧制带材 ( 3 4 ) 的上侧或下侧的一个轧辊的轴向移动。

如图 6 示出的那样, 通常可以在一个具有六个轧辊的轧制机中将轧辊如此极有利地进行设置, 即在轧制带材 ( 4 2 ) 下方的工作轧辊 ( 4 1 ) 仅仅用一个支承辊 ( 4 3 ) 支承, 此时, 在轧制带材 ( 4 2 ) 上方的工作轧辊 ( 4 4 ) 则通过一个中间辊 ( 4 5 ) 和两个与中间辊 ( 4 5 ) 协同作用的支承辊 ( 4 6, 4 7 ) 实现支承。

在图 7 中示出了作为例子的工作轧辊的辊身直径 (mm) 依赖于相关轧辊辊身宽度的不同轮廓形状, 也就是说, 用位置坐标 Z 表示轧辊宽度。对于两个相互对称的上轧辊和下轧辊的情况, 用 A 表示一个符合三次多项式的单轧辊形状的函数曲线, 并遵循下列方程式:

$$D_1(Z) = 250 - 0.15Z - 0.20Z^2 - 0.15Z^3$$

用 B 表征一个遵循角函数的单轧辊形状曲线, 该角函数是:

$$D_1(Z) = 250 + 0.25 \cos(2\pi Z) + 0.10 \sin(2\pi Z) \\ + 0.08 \sin(4\pi Z)$$

用 C 表征一个符合指数函数的函数曲线:

$$D_1(Z) = 250 - 0.35 \exp(Z) - 0.12 \exp(-2Z) \\ + 0.27 \exp(-Z) + 0.06 \exp(2Z)$$

依此, 还有许多其他任意变型的可能性, 特别是关于多个支承辊和中间辊在轧辊间隙的一侧或两侧的设置, 而且仍具有同样的优点, 正如在与附图中的轧辊机所进行的有关叙述那样。这种共性也适合于多轧制机座的任何配置。还有的可能性是, 根据本发明, 轧制机的轧辊在轧制平面上可以设置成相互摆动的或者总是协同作用的垂直轧制平面的轧辊对轴可相互倾斜地调节。当然最根本的是, 本发明的轧辊轮廓形状在载荷状态下自行补充, 而在无载荷时就不进行。

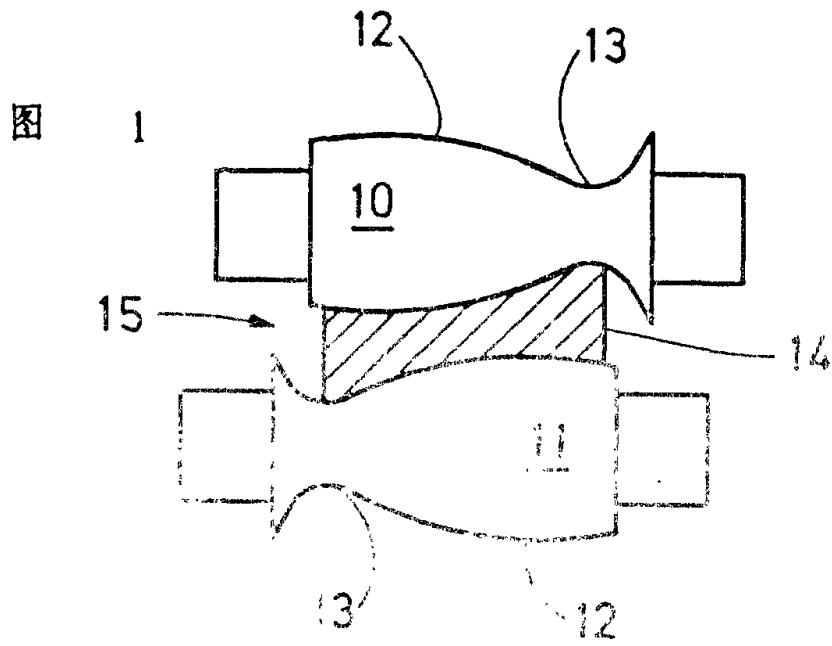
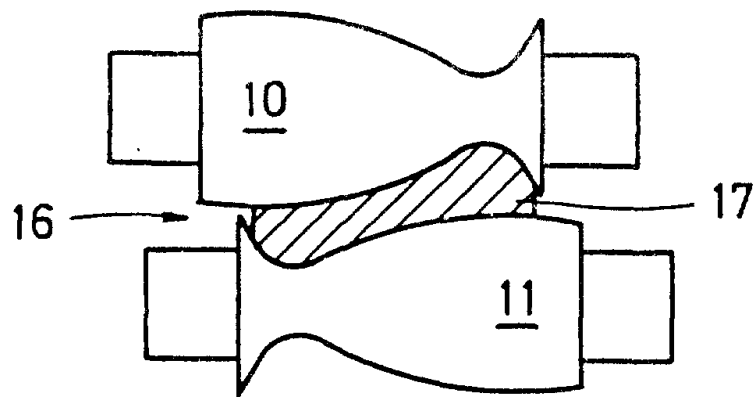


图 2



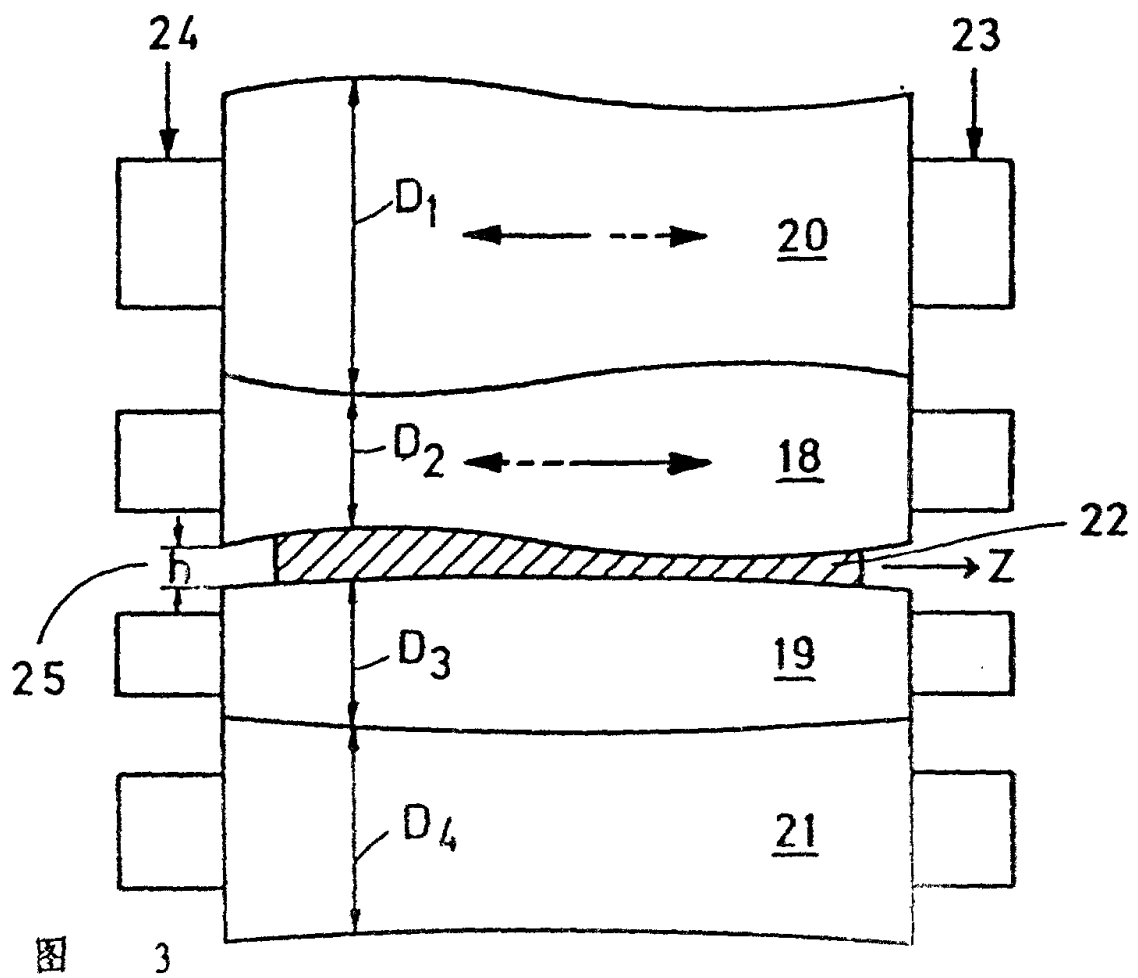


图 3

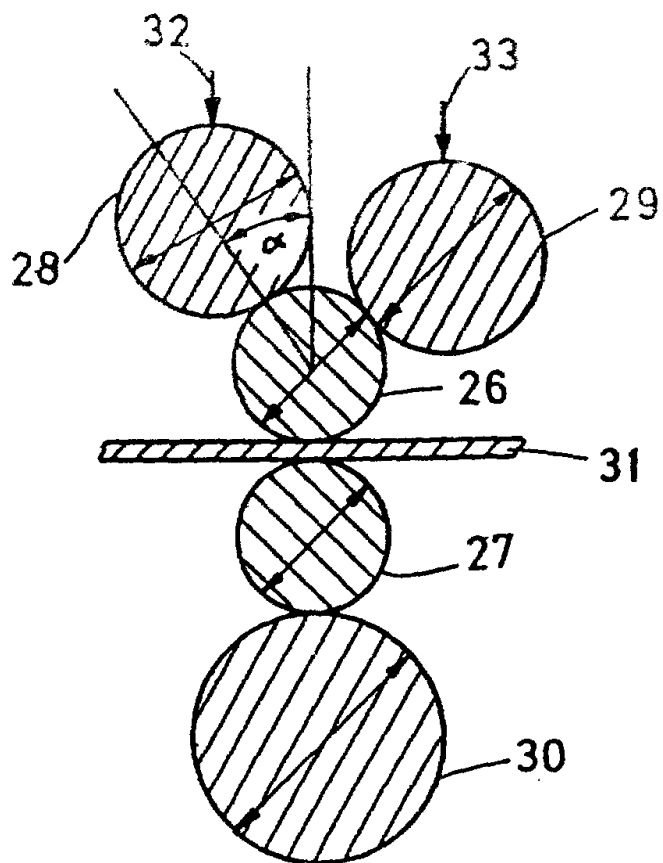


图 4

图 7

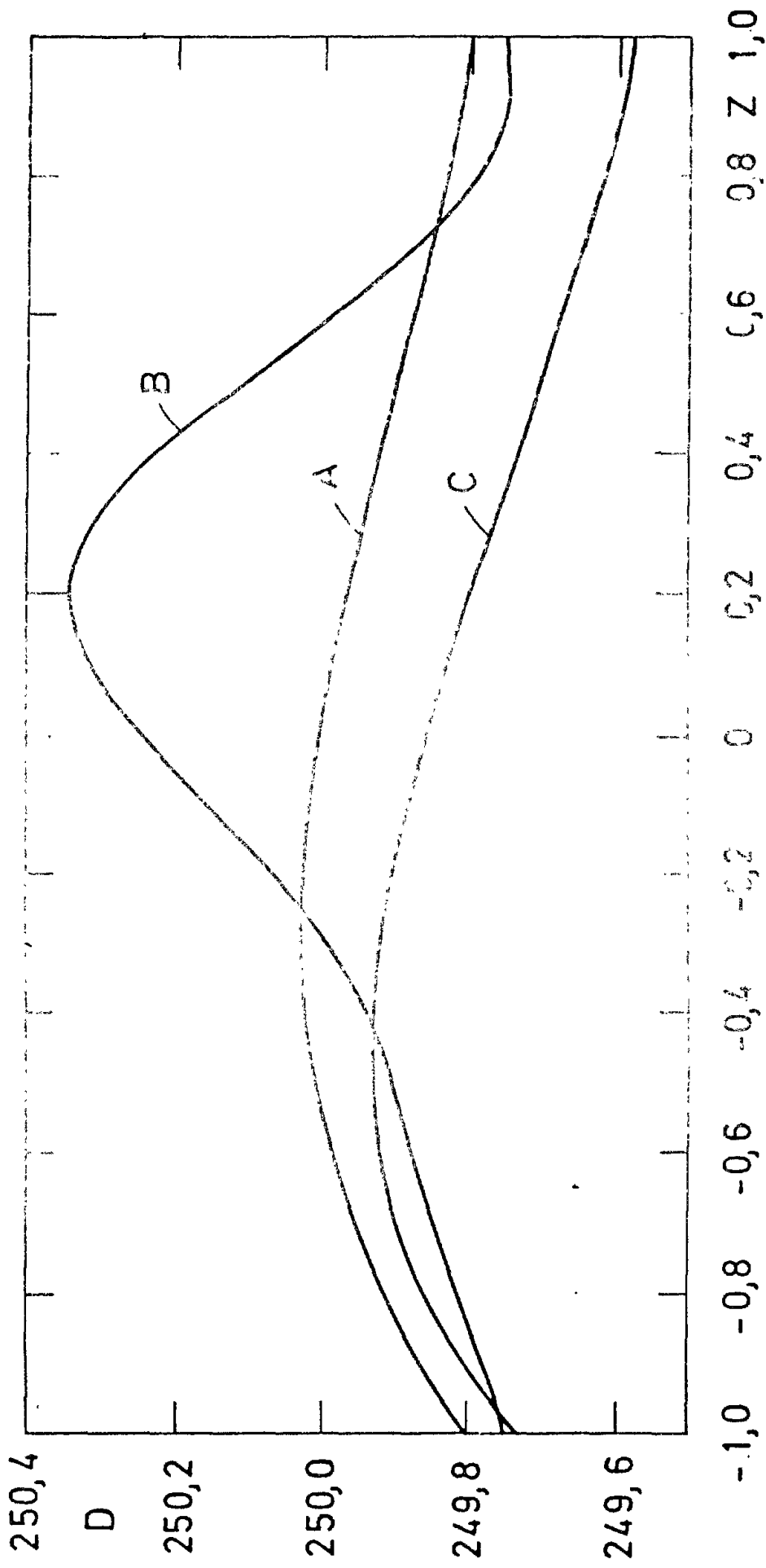


图 5

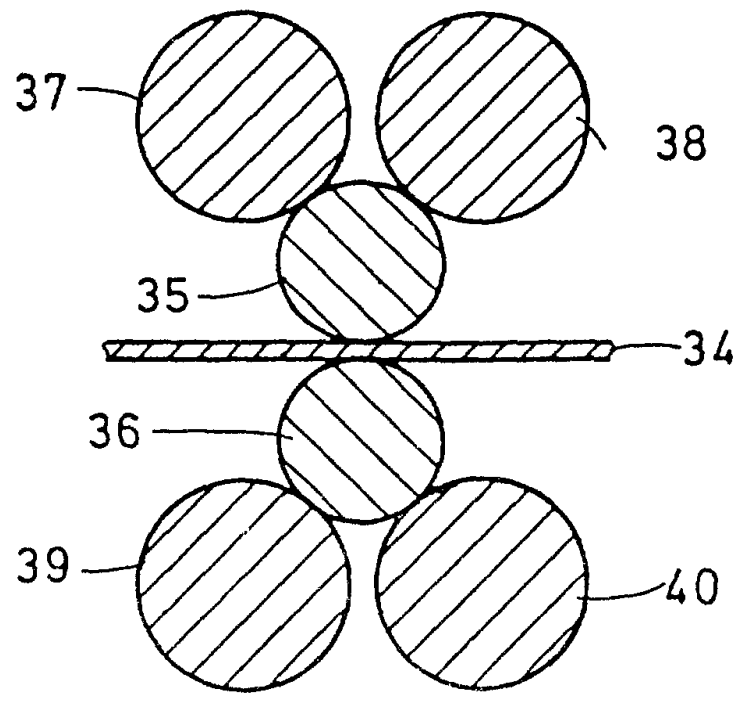


图 6

