

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

B21B 37/00

B21B 27/10

B21B 31/18 B21B 1/22

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 94103597.2

[45]授权公告日 2000年11月29日

[11]授权公告号 CN 1058914C

[22]申请日 1994.3.29 [24]颁证日 2000.9.2

[21]申请号 94103597.2

[30]优先权

[32]1993.3.29 [33]DE [31]P4309986.6

[73]专利权人 SMS舒路曼-斯玛公司

地址 联邦德国杜塞尔多夫

[72]发明人 J·赛德尔

[56]参考文献

US4864836 1989.9.12 B21B1/24

审查员 26 58

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

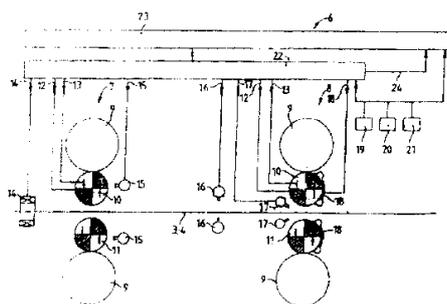
代理人 赵辛

权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图页数 5 页

[54]发明名称 轧制带材的方法

[57]摘要

在热轧带轧机机列(6)或可逆式轧机机架中轧制带材(3、4)的方法,热轧带轧机机列(6)至少有两个轧机机座(7、8);在可逆式轧机机架中至少轧制两个道次,在热轧带轧机机列或可逆式轧机机架中对轧制带进行状态控制,当预先规定轧制带(3、4)剖面的目标轮廓时,为逐步达到目标轮廓,设有两组调节机构影响轧制带,其中第一组调节机构(12、13)在轧制带厚度大于临界厚度时投入使用,并主要影响轧制带中心附近的中部区轮廓,第二组调节机构(12、13)在轧制带厚度小于临界厚度时在带的边缘区投入使用。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 在热轧带轧机机列或在可逆式轧机机架中轧制带材的方法，热轧带轧机机列至少有两个轧机机座，每个轧机机座具有可水平调节的上、下工作辊，每个工作辊直接地或通过一个中间辊支靠在支承辊上；在可逆式轧机机架中至少轧制两个道次、在热轧带轧机机列或可逆式轧机机架中对轧制带进行状态控制，其特征为：预先规定轧制带剖面的目标轮廓，为逐步达到目标轮廓，设有两组调节机构影响轧制带，其中第一组调节机构在轧制带厚度大于临界厚度时投入使用，并主要影响轧制带中心附近的中部区轮廓，并且第二组调节机构在轧制带厚度小于临界厚度时在带的边缘区域投入使用。

2. 按照权利要求 1 所述之方法，其特征为：带材剖面预先规定的目标轮廓，用多项式函数。

$$Y=A_2X^2+A_4X^4+A_6X^6+A_nX^n$$

来表示，其中 Y 为带材的厚度坐标，X 为带材的宽度坐标。

3. 按照权利要求 1 或 2 所述之方法，其特征为：带材剖面形状偏离目标轮廓时机械式调节机构投入使用，使获得的带材形状与额定的带材形状或目标轮廓之间差最小。

4. 按照权利要求 1 或 2 所述之方法，其特征为：机械式调节机构尽可能早地投入使用。

5. 按照权利要求 1 或 2 所述之方法，其特征为：机械式调节机构用非机械式调节机构配合工作。

6. 按照权利要求 1 或 2 所述之方法，其特征为：用作机械式

调节机构的工作辊有目的地局部加热。

7. 按照权利要求 1 或 2 所述之方法，其特征为：用作机械式调节机构的工作辊，在轧制工作过程中磨光。

说 明 书

轧制带材的方法

本发明涉及在一个热轧带轧机机列或可逆式轧机机架中轧制带材的方法，热轧带材轧机机列中至少有两个轧机机座，每个轧机机座有可水平调节的上、下工作辊，每一个工作辊直接地或通过一个中间辊支靠在支承辊上；在可逆式轧机机架中至少轧制两个道次，轧制带材在热轧带轧机机列或可逆式轧机机架中进行状态控制，对此，剖面和平直度调节机构对轧制带材产生影响。

在带材进行热轧的一个轧制程序中，工作辊的热凸度和磨损以及弹性变形有较大的变化。若不通过调节机构进行校正，则工作辊的凸度将随着轧材产量的增加而不断加大，热凸度的这种改变使轧辊的外形越来越偏离规定的形状，例如抛物线。

在一个轧制程序内按单一宽度轧制时，连续轧制的多条带材有相同的宽度或接近相同的宽度。单一宽度的轧制除影响带剖面上完全确定点（例如 C_{40} 或 C_{25} ）的规定值外，同时还影响带的整个剖面形状。这里，具有完全确定点的带材剖面，用带材中间的厚度和每一侧距带边缘一定距离（点 C_{40} 此距离为40毫米）处测得厚度的平均值之差来描述。轧辊热凸度下倾量的增加，导致带上邻近边缘的部分其剖面严重畸形，畸形是指带材与其剖面的理想（例如抛物线）曲线形状的各种偏差。在轧制的实践过程中首先要避免下列类型的剖面畸

形：一边缘区的材料增厚（凸起，edge built-up）；一边缘区厚度下降。这些剖面畸形严重限制可按单一宽度的轧制长度。所谓单一宽度的轧制长度，是指轧制为单一宽度或接近同样宽度的所有带的总长。

众所周知，热凸度和工作辊磨损的改变，通过适当的调节机构，如移动和/或弯曲元件，例如“连续可变凸面”（Continuously Variable Crown 或“CVC”）移动装置（见DE3038865C1），或通过适当的冷却装置来补偿，使之与实际轮廓相应。

由EP0276743 B1 已知，为了控制带的凸度和/或边缘的下倾，根据给定的轧制条件和带宽，调整工作辊的水平移动和串列式轧机机列中处于流入端的这一组轧机机座工作辊上的弯曲力。为控制工作辊的磨损和热凸度，避免轧制单一宽度时产生不符合要求的剖面形状，在处于流出端的轧机机座组中的工作辊，在预定周期内，不论带的宽度如何，作往复移动。此时，后面的几个轧机机座，在轧制每一条带材之后，反向移动一定距离；若移动量达到了最大值，移动方向相反。通过这种周期性移动，使工作辊在较大的范围内均匀磨损。

最后，由EP 0219844 B1 已知，要规定每个工作辊沿轴向的形状，在更换工作辊之间的时间间隔内，此形状会发生改变。然后，以规定的轧辊形状为基础，确定上、下工作辊之间辊隙沿轴向的形状，作为轧辊位置相对调整量的函数，从而规定轧辊位置的调整量，以便使轧制带和工作辊接触区内沿轴向的间隙有尽可能平直的构形。因此，该处关系到轧辊间隙的平滑性。

但是，采用这些现有已知的措施还不能做到，即使在极端的边界条件下，也能满足提高了的剖面准确度和平直度的要求。这是由

于如今在生产热轧带时，可以将轧制程序柔性地汇编在一起。除了厚度较大和材料改变外，尤其希望沿窄方向和宽方向的宽向辊跳（mixed rolling）。此外，应增加在一个轧制程序中宽度相同的带材数。

本发明的目的是提供一种方法和设备，采用这种方法，即使是柔性的轧制程序，也能满足对轧制带的型面准确度和平直度的要求。

按本发明在方法方面达到此目的，是按权利要求1的特征部分所述。因此，不再由一个具有完全确定点的额定剖面出发，而是由一个符合轧制带使用目的预先完全确定的带材剖面形状出发。对于要立即进行继续加工的热轧带，轧制带的剖面例如谋求获得一种早先的抛物线目标轮廓，而对于冷轧机列的入口剖面，则谋求一种与该处的关系（直径、轧制压力等）相应的适当剖面，这种剖面具有扁平的凸面和比较剧烈的带边下倾。本发明以通过丰富的研究发现的并充分利用知识的为基础，对于厚带，在轧制带的中部也发生材料横向流动，相反，对于薄带则只可能在边缘区有材料横向流动。若要在轧制带中部改变带的剖面形状，则只有在厚带中才能做到。相反，对于薄带，虽然也可在不产生不允许的高不平直度的情况下改变带的形状，然而，这只是在邻近带的边缘区才能实施。随着带厚减小，带材剖面重要的可调制性逐渐向外转移，即朝带的边缘移动。

这一认识被本发明用来直接影响调节机构的恰当使用，也就是说，调节机构的第一组首先影响带的中部形状，而第二组调节机构对带的边缘区起作用。借助于计算模型（计算方法），调节机构可在遵守工艺极限（例如轧制压力、温度等）、平直度极限（它通过带的

材料横向流动形成，并因此表示物理边界)的情况下，必要时遵守更高等级的调节机构极限，并尤其是在遵守材料横向流动特性的情况下使用，使带材形成合理的形状，此形状应尽可能接近规定的目标轮廓。

对于一种性质确定的材料，当预先给定带剖面的目标轮廓时，最好借助于一种取决于带宽和带厚的计算模型，用多项式函数

$$Y=A_2X^2+A_4X^4+A_6X^6+A_nX^n$$

表示，式中Y为带的厚度坐标，X为带的宽度坐标。略去非线性项，函数成为对称的。由于 $A_0=0$ ，所以当 $X=0$ 时函数 $Y=0$ (相应于带的中心)。采用高次项可描述带边缘陡峭的过渡。

有利的做法是，在带剖面形状偏离目标轮廓时，机械式调节机构进入工作，使算得的带的形状与额定的带的形状即目标轮廓之间差距最小。若在第i个轧机机架中未能形成带的剖面形状，那么机械式调节机构可进行调整，使偏差最小。此时，算得的带的形状与额定的带的形状之间的偏差，沿带宽可以不同。

本发明的一种扩展规定，机械式调节机构用非机械式调节机构作补充，对此，与带的尤其是边缘区的形状有关，作为机械式调节机构最好使用工作辊，它们可有目的地局部加热或冷却。

按照本发明的建议，用作机械式调节机构的工作辊，可在轧制工作过程中磨光。这例如可以通过振荡磨削来达到，并可使轧辊光滑，即抛光，或为了有目的地影响带的轮廓而改变轧辊的轮廓。这种“在线”的磨削特别推荐用于为轧制宽带而更换程序时，于是，在轧制窄带时工作辊端的磨削对此窄带的质量没有影响，因为准备好的磨光的工作辊端处于轧材宽度之外。

本发明建议，应尽可能早地将机械式调节机构投入使用。考虑到要遵守的极限，例如平直度和调节范围，所以力求尽可能早地获得轧制带剖面的目标轮廓。若在第一个轧机机架中尚不能做到，则此任务自动转交给下面的轧机机架来完成。若带的形状从轧机机架到轧机机架或从道次到道次不能保持不变，则可根据材料横向流动规律，对于厚带可容忍其在边缘区有某些偏差，亦即获得的带的形状或目标轮廓应在轧制带的中部优先。若在某个轧机机架，例如轧机机架K处，成功地制成了带的剖面形状，则现在的最高目标是，应使带的形状在后面的轧机机架中保持不变。

为实施此方法，本发明建议，调节机构包括可轴向移动的工作辊和/或工作辊弯曲装置。为通过机械式调节机构在轧制带中部制成所希望的带材预定形状，最好实施或使用连续可变的轧辊凸面(CVC)、工作辊弯曲、轧辊交叉等。若例如轧制宽的带材，则应注意工作辊弯曲的非抛物线效果，亦即在带边缘区(200毫米)影响较大。最好实行例如连续可变的轧辊凸面(CVC)和工作辊弯曲的组合，从而最接近带的额定或目标轮廓。为制造或保持在带边缘区中带的形状不变，在使用机械式调节机构时必须注意，由于带宽和滑动位置不同而形成的工作辊磨损轮廓，应是位成尽可能接近带的额定轮廓。这同样适用于使用现有已知的特殊的连续可变凸面的(CVC)轧辊时，用这种轧辊可获得锥形的效果

最后，本发明推荐，在热轧带钢机列后面几个轧机机架中的工作辊，最好周期性地移动，由此可制出尽可能连续和没有台阶的工作辊磨损轮廓。

机械式调节机构可由另一个调节机构配合工作。因此，建议工

作辊设区域冷却装置和/或热盖板，以此配合机械式调节机构。为了影响工作辊热凸面的形状，并因而主要影响轧制带边缘区的形状，可例如将工作辊盖板定位在工作辊端适当的位置。此外，对轧制带形状的补充影响，可在工艺极限的范围内，通过改变带边缘的温度达到。为此目的，可通过感应加热装置在精轧机列第一轧机机架的前和/或后，改变边缘温度，或例如通过装在侧导板上的喷嘴冷却带的边缘，这样做在轧制奥氏体特种钢时可能是有优点的。

此外，可通过润滑在带边缘部分的工作辊来影响该处带的轮廓形状。为了主要影响带在边缘处的形状，工作辊可进行特殊磨削。例如可以制成抛物线的外形，或局部锥形，以便在带的边缘区造成相应的轮廓变化。在带的剖面形状改变时，任何情况下都要注意平直度极限（包括更高等级的极限）的工艺极限。

此外还可推荐，至少在最后的或后面几个轧机机架中使用变化的轧制压力。这主要用于，尽管针对性地使用了机械式调节机构和配合它的措施，但仍与带的额定轮廓存在差异时。此时，可通过改变后面几个轧机机架边缘区中的轧制压力，来影响可轧出的形状，必要时在允许极限内进行轧制压力的再分配。随之产生的这一个和另一个轧机机架中轧辊凸面的改变，可通过不影响边缘的调节机构（例如通过连续可变轧辊凸面(CVC)）补偿，以便不干扰该处的质量流动，并因此避免轧制带的皱纹。这种规则系统用于在线工作方式中。但也可以与最佳化的规则系统结合，以便合理地汇编轧制程序和在前场(Vorfeld)中最合理地使用调节机构。不仅要注意一条带，而且应注意整个轧制程序和使带的轮廓最佳化。

本发明的其他特征和优点在权利要求和下面的说明中给出，其

中进一步说明了本发明主题的一些实施例。其中：

图1 轧制带剖面第一种规定的目标轮廓；

图2 轧制带剖面第二种规定的目标轮廓；

图3 表示材料横向流动和轧制带厚度关系的曲线；

图4 表示沿带宽材料横向流动的曲线图；

图5 表示对一种质量为 Q 的材料其材料横向流动与带的宽度坐标和材料厚度关系曲线；

图6 表示用现有已知的轧制方法，轧制带数量增加时热凸度情况的曲线图；

图7 在轧制带数量与图6 相同但采取按本发明的措施时，获得的带的剖面形状；

图8 示意表示按本发明的热轧带轧机的外形和平直度调节装置的结构。

作为获得符合要求的平直和型面准确的轧制带材的先决条件，应根据使用目的，规定如图1和2所示之轧制带材3或4剖面的目标轮廓1或2，轧制带材3或4在图中未作详细表示。按照需要，对于一种立即进行继续加工的轧制带3，例如希望采用相应于图1的目标轮廓1；对于冷轧机列的入口剖面，则例如希望采用与图2相应的目标轮廓2。图1所涉及的是近似于抛物线的目标轮廓，而图2所示的目标轮廓2是扁平的凸面，带的边缘比较剧烈地下倾。在这种情况下，这两种目标轮廓上都有的 C_{40} 点，是由轧制带材3或4中部的厚度 H_M 与距带的边缘5为40毫米处，在轧制带3或4的每一侧或带边缘5处测得的平均厚度之差得出。

要制成目标轮廓1或2，先要有图3至5给出的认识，即只有在材

料可以横向流动的地方，才能影响带材的轮廓形状。通过认真地分析研究后发现，带厚超过临界值 H_{krit} （见图3）的轧制带，在带材中心区也发生材料的横向流动（见图5），反之，厚度小于 H_{krit} 的轧制带，只在带的边缘区产生材料横向流动。厚度的极限值亦即临界厚度 H_{krit} ，对于任何热轧带串列式轧机机列，取决于轧制材料、温度、轧辊直径以及压下量或压下量道次分配，可通过试验确定之。众所周知，要想在避免平直度误差的同时影响轧制带的外形，必须使材料垂直于轧制方向的流动阻力很小，从而在辊隙中除带材拉伸外，带的展宽控制为最小程度。如图4所示，在临界厚度以下（例如10或20毫米）材料沿带宽的横向流动只能在很小的范围内。由图5可清楚看出这种关系，图中除有材料横向流动坐标和带宽坐标外，还表示了材料厚度。

图6和7中表示，在包括50条带或带卷的一个轧制程序内，用现有已知轧制法得到的（见图6）和应用本发明的轮廓和平直度调整得到的（见图7）带的外形，左下方的数字表示带卷数量。在两种情况下，对于首先轧制的那条带或那个带卷，其外形还几乎没有变化，然而随着带材数量的增加，用现有轧制法，工作辊上的热凸度增加，使剖面造成不利的畸形，也就是说，形成带的平坦外形和边缘凸起（见图6中轧制10、20或50条带材后的带材外形）。相反，按图7所示，带材外形基本上保持不变，边缘凸起得以避免。带材的目标轮廓基本达到。

一种能获得所要求带材外形（见图7）的热轧带串列式轧机机列6表示在示意图8中，图中用象征性的符号表示机械式调节机构和配合调节机构工作的元件，用功能块表示计算机与测试仪器。轧机机列6

由多个轧机机座组成，图中表示了第一和最后一个轧机机座7和8。但所涉及的轧机机列还可以具有一个轧制多个道次的可逆式轧机机座。每一个轧机机座7或8具有可水平调节的上、下工作辊10、11，工作辊支靠在支承辊9上。工作辊可轴向移动，最好具有连续可变凸面的(CVC)移动装置12，并配备有工作辊弯曲装置13；要作轴向移动的工作辊(具有磨光、热和磨损的外形)或连续可变凸面的(CVC)移动装置12和工作辊弯曲装置13，作为机械式调节机构，它们有目的地或影响带的中心区，或影响带的边缘区。

为配合此机械式调节机构12、13工作，在精轧机列第一个轧机机座的前和后，设带材边缘加热装置14，以改变轧制带3或4边缘的温度。为了用温度影响带的形状，亦即通过由此而引起的工作辊10、11热凸度的改变，热轧带串列式轧机机列6中，在轧机机座前后区设工作辊区域冷却装置15，其形式例如为对准工作辊10、11相应区域的喷嘴，如图中在第一轧机机座7后面所表示的。此外，如图中在最后一个轧机机座8处所表示的，为了施加温度影响，设带材边缘冷却装置16和工作辊盖板18，冷却装置16具有例如装在侧导板上的喷嘴。工作辊17在带边缘区的润滑影响辊隙中的负荷分布，并因而影响带的外形。为此，在最后一个轧机机座8的后面设厚度、平直度和温度测量仪19、20、21。

无论是测量仪19至21，还是机械式调节机构12、13以及温度和其它作用元件14至18都与带材外形和平直度计算机22连通。所获知之测量数据，尤其是完成精轧后的带3、4的外形和平直度，可直接用于修正接在前面的调节系统或调节机构，目的是使所有的轧制带均有规定的目标轮廓。轧制程序计算机23为带材轮廓和平直度计算机

22 提供输入数据。数据反馈装置 24 用于轧制压力的再分配。

所介绍的用于获得轧制带外形预定目标轮廓的方法，使用于在线工作方式中。但在制定轧制程序时，也可首先以脱机工作方式模拟工作过程，并尤其是用这种方法来确定带的形状。结果表明，若所实施的最佳过程对某些带的形状不够有效时，可以调整轧制程序，或对这些带使用另一种轧制程序。后面的工作辊或轧机机座配合此轧制程序所作的周期性移动；和 / 或例如盖板 18 的最佳定位，同样可以用来影响工作辊 10、11 的热凸度。实现了带材拣选或轧制程序调整后，从新开始使目标轮廓最佳化的过程，直至脱机，亦即在前场 (Vorfeld) 中便已经可以获得一种可接受的带的外形。

说明书附图

图 1

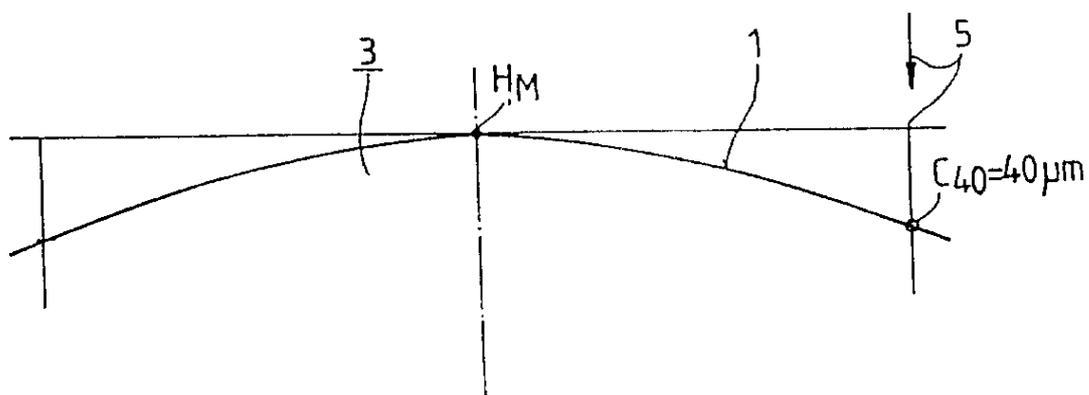
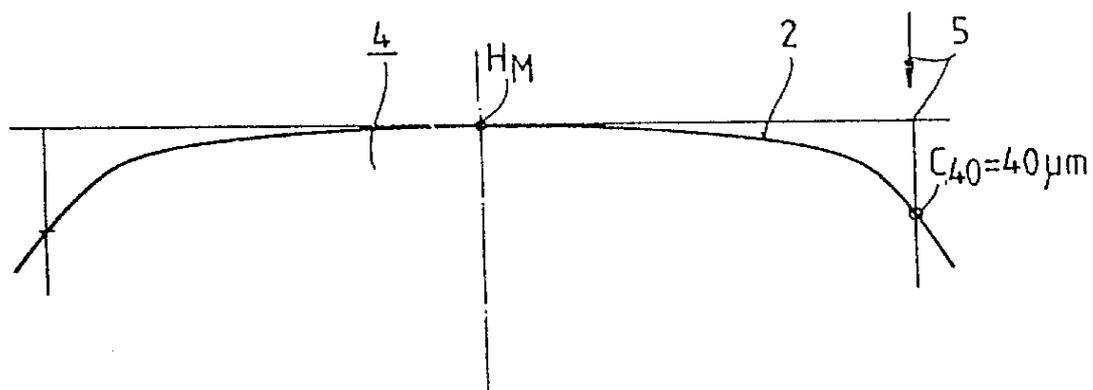
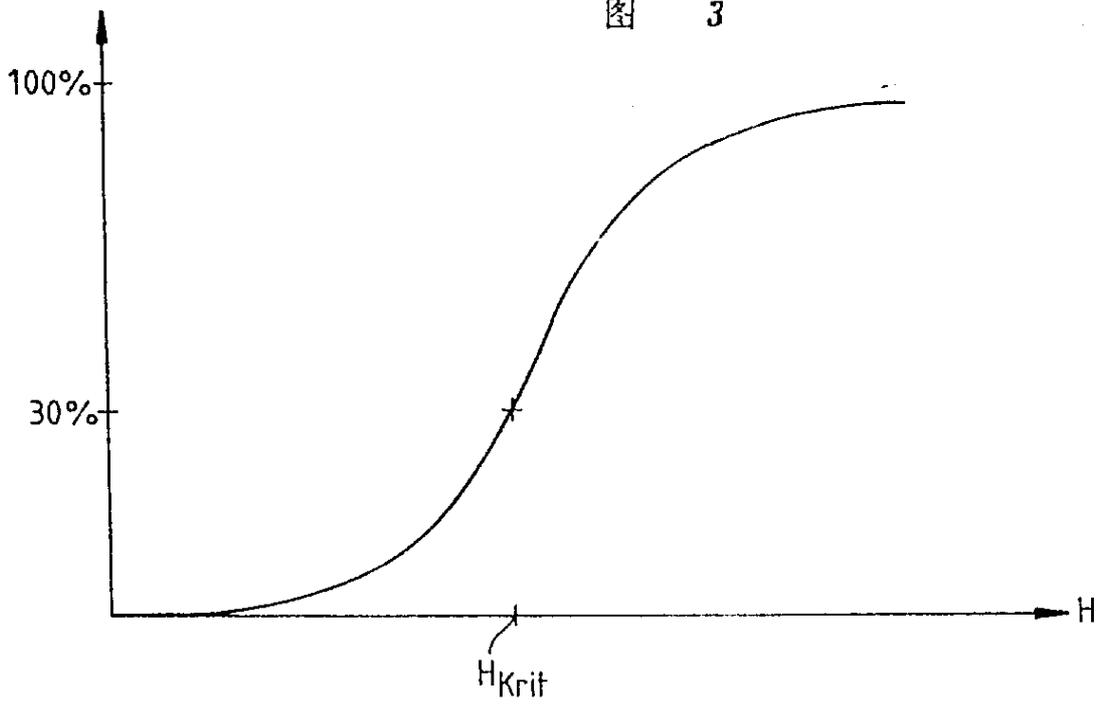


图 2



材料的横向流动

图 3



材料的横向流动

图 4

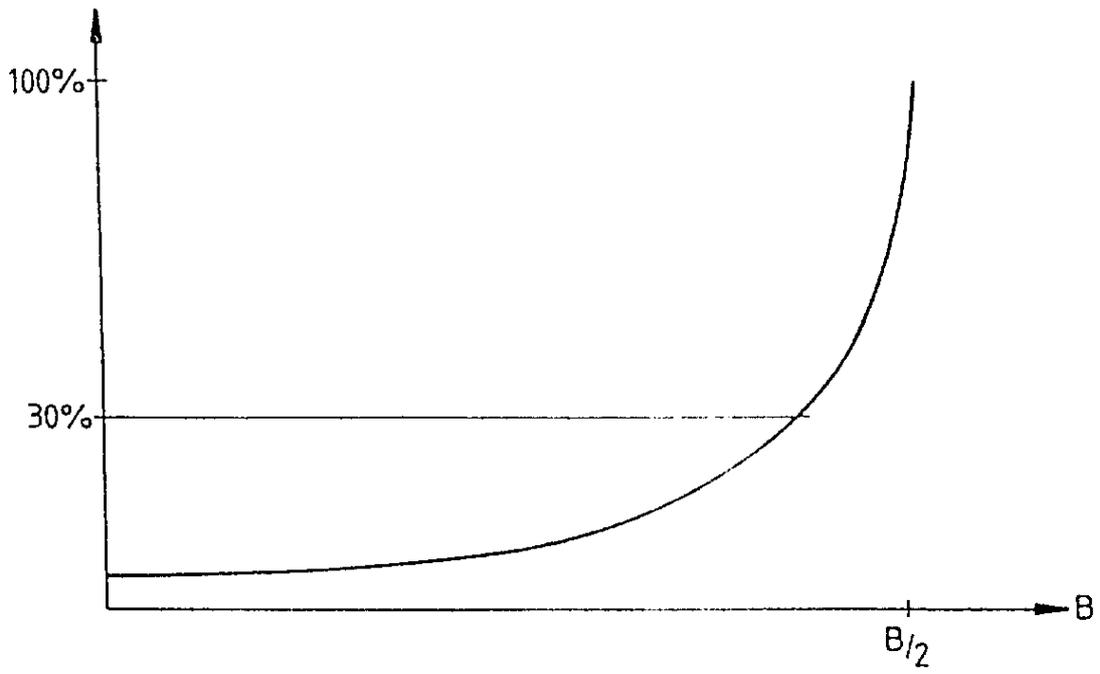


图 5

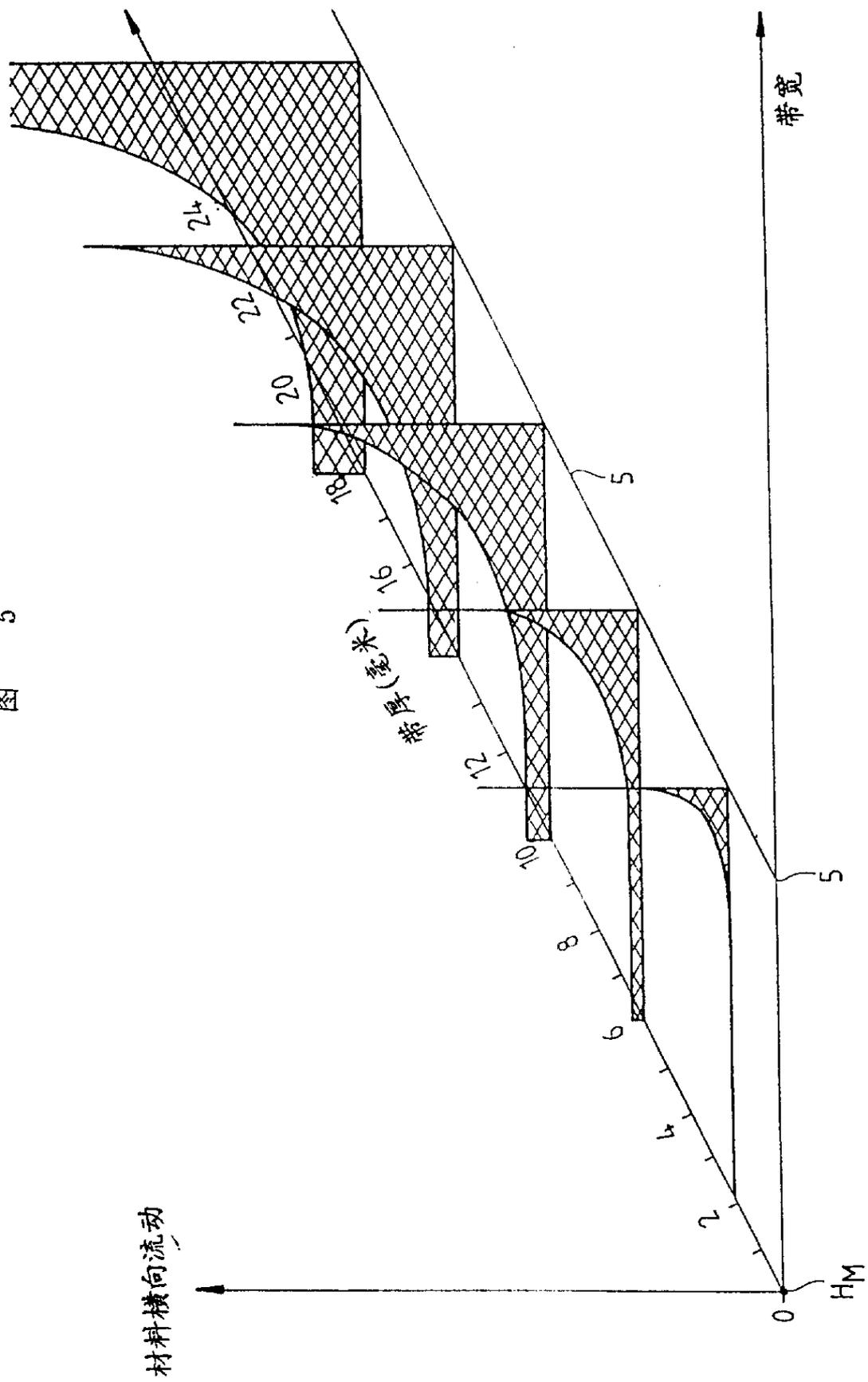


图 6

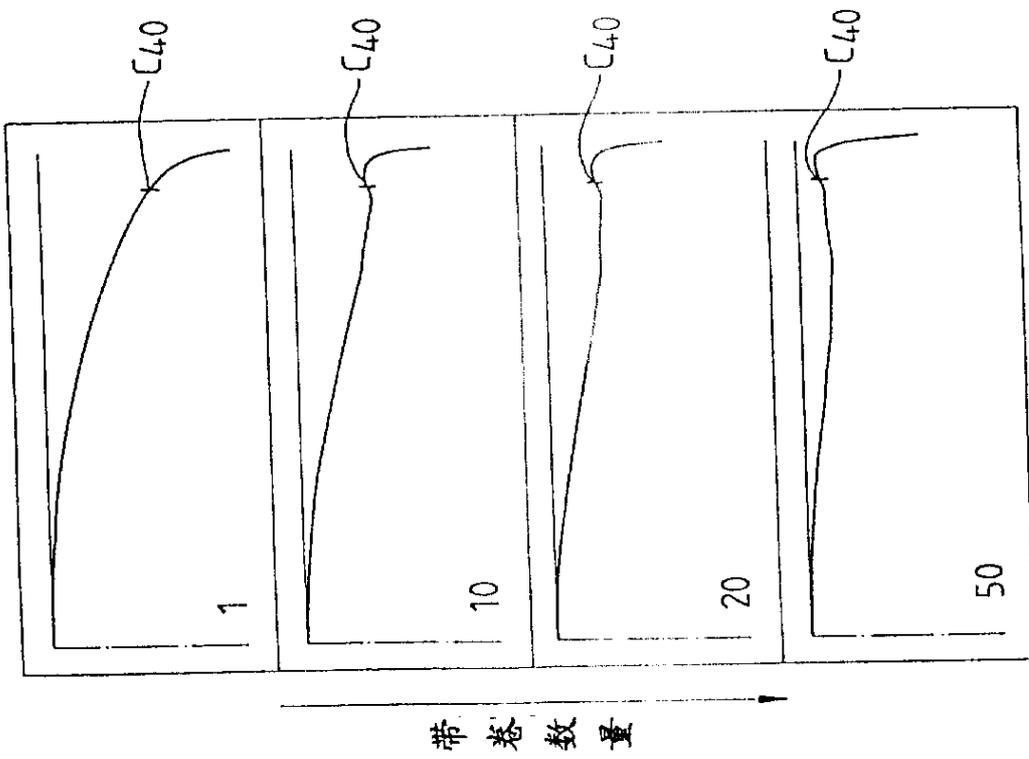


图 7

