[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
B21B 37/00
G05B 13/02

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98810585.3

[45] 授权公告日 2004 年 2 月 25 日

[11] 授权公告号 CN 1139442C

[22] 申请日 1998.10.27 [21] 申请号 98810585.3
[30] 优先权
[32] 1997.11.10 [33] DE [31] 19749460.9
[86] 国际申请 PCT/DE98/03142 1998.10.27
[87] 国际公布 WO99/24182 德 1999.5.20
[85] 进入国家阶段日期 2000.4.26
[71] 专利权人 西门子公司
地址 德国慕尼黑
[72] 发明人 鲁迪格·多尔 奥托·格拉姆考
冈特·索格尔
审查员 俞翰政

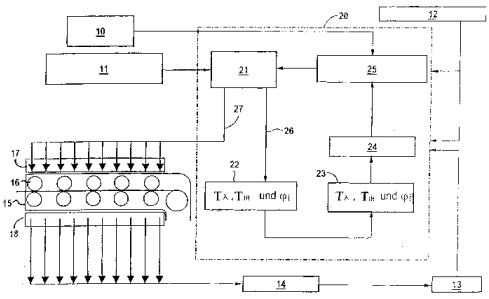
[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
代理人 侯 宇

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 4 页

[54] 发明名称 控制冶金设备的方法和装置

[57] 摘要

一种用于控制生产钢或铝的冶金设备，尤其是轧制设备的方法，其中在冶金设备中，从入口材料生产出具有确定的取决于钢或铝的组织的材料性能的钢或铝；其中钢或铝的性能取决于设备运转时的运转参数，其中依据钢或铝的所期望的材料性能，借助一个组织优化器来确定运转参数。



ISSN1008-4274

1. 一种用于控制生产钢或铝的冶金设备，尤其是用于控制轧制钢带或铝带的轧制设备的方法，其中在冶金设备中，从入口材料生产出具有确定的取决于钢或铝的组织的材料性能的钢或铝，这些材料性能取决于设备的运转参数，其特征在于，该方法包括步骤：

在生产过程中连续确定钢或铝的组织性能；

依据钢或铝的所期望的材料性能，并考虑该连续确定的组织性能来预先给定设备的运转参数。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于：为了预先给定运转参数，迭代确定或调节组织性能。

3. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于：为了控制轧制设备，将轧机轧制钢或铝时的压下量用作调节组织性能的主要参数。

4. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于：依据钢或铝的至少一种所期望的材料性能，诸如屈服强度、屈服延伸率、抗拉强度、断裂延伸率、硬度、脆性转变温度、各向异性和硬化指数，借助所述组织优化器来确定运转参数。

5. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于：通过预先给定运转参数，设备的能耗得以最优化。

6. 根据　上述任一项权利要求所述的方法，其中，所述设备是轧制钢带或铝带的轧机，其特征在于：借助于预先调节运转参数，轧辊磨损得以最优化。

7. 根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于：依据钢或铝的半成品和/或成品的所期望的材料性能，借助遗传算法来确定所述设备的运转参数。

8. 一种具有实施上述任一项权利要求所述方法的器件的装置，该装置用于控制生产钢或铝的冶金设备，尤其是用于控制轧制钢带或铝带的轧制设备，其中，在所述设备中，从入口材料生产出具有确定的取决于钢或铝的组织的材料性能的钢或铝，这些材料性能取决于设备的运转参数，该装置具有一个组织优化器(20)，它依据钢或铝的所期望的材料性能及由此预定的组织来连续地采集组织和确定设备的运转参数。

9. 根据权利要求 8 所述的装置，其特征在于：所述组织优化器(20)包

括一组织观察器(25)。

10. 根据权利要求 8 所述的装置，其特征在于：所述组织优化器(20)以一个神经网络(50、51、52)运行。

11. 根据权利要求 8 所述的装置，其特征在于：所述组织优化器(20)以遗传算法(34 至 42)工作。

12. 根据权利要求 10 所述的装置，其特征在于：其具有一迭代部件，所述组织优化器(20)利用该迭代部件连续且迭代地确定运转参数。

控制冶金设备的
方法和装置

技术领域

本发明涉及一种用于控制生产钢或铝的冶金设备，尤其是用于控制轧制钢带或铝带的轧制设备的方法，其中在冶金设备中，从入口材料生产出具有确定的取决于钢或铝的组织的材料性能的钢或铝，这些性能取决于设备的运转参数。此外，本发明还涉及实施本发明方法的所属装置。

背景技术

通常由冶金设备的操作人员来调节相应的运转参数，使得钢或铝的材料性能与所希望的预定的材料性能相对应。为此，操作人员通常运用经验数据，它们以表格形式列出。

由比较年久的未公开的国际专利申请 PCT/AT 97/00232 公知了一种监测和控制热轧产品质量的方法，其中在轧制过程中在线采集为生产轧制产品所必要的参数，诸如温度、道次压下量等，并借助上下耦接的描述整个轧制过程的物理/冶金和/或统计模型，从这些参数中预先计算出待取得的机械/工艺材料性能。然而在此并没有明确地提及对材料性能起极大作用的不同组织。

发明内容

由此，本发明的目的在于提供一种方法和一种实施该方法的装置，这种方法使得生产出材料性能与预先所期望的材料性能更精确地相对应的钢或铝成为可能。

本发明的目的是通过 一种用于控制生产钢或铝的冶金设备，尤其是用于控制轧制钢带或铝带的轧制设备的方法实现的，其中，在冶金设备中，从入口材料生产出具有确定的取决于钢或铝的组织的材料性能的钢或铝，这些材料性能取决于设备的运转参数，该方法包括步骤：在生产过程中连续确定钢或铝的组织性能；依据钢或铝的所期望的材料性能，并考虑该连

续确定的组织性能来预先给定设备的运转参数。

本发明的目的还通过一种具有实施上述方法的器件的装置来实现，该装置用于控制生产钢或铝的冶金设备，尤其是用于控制轧制钢带或铝带的轧制设备，其中，在所述设备中，从入口材料生产出具有确定的取决于钢或铝的组织的材料性能的钢或铝，这些材料性能取决于设备的运转参数，该装置具有一个组织优化器，它依据钢或铝的所期望的材料性能及由此预定的组织来连续地采集组织和确定设备的运转参数。

在本文开头所述的本发明方法中，依据钢或铝的所期望的材料性能来预先给定运转参数。为了确定这些参数，可以采用迭代运算方式。采用遗传算法也是有利的。

在所属装置中设有一个所谓的组织优化器，它比较有利地包括一个组织观察器。在此尤其考虑钢或铝的材料性能，诸如屈服强度、屈服延伸率、抗拉强度、断裂延伸率、硬度、脆性转变温度、各向异性和硬化指数等。本发明方法允许通过调节冶金设备的运转参数，来使所生产出的钢或铝具有所期望的材料性能。

在本发明的一个有利设计中，所述组织优化器具有一个组织观察器，它依据冶金设备的运转参数来预报在该冶金设备中所生产的钢或铝的材料性能。这样一种组织观察器比较有利地具有一个神经网络。

在本发明的另一个有利设计中，所述组织优化器依据钢或铝的温度、绝对变形量或相对变形量、变形速度以及钢或铝的合金含量来确定钢或铝的至少一种材料性能，诸如屈服强度、屈服延伸率、抗拉强度、断裂延伸率、硬度、脆性转变温度、各向异性和硬化指数。

在本发明方法的另一个有利设计中，所述组织优化器依据钢的各种合金含量来确定钢的至少一种材料性能，诸如屈服强度、屈服延伸率、抗拉强度、断裂延伸率、硬度、脆性转变温度、各向异性和硬化指数。在此，特别有利地提出，依据碳含量、硅含量、锰含量、磷含量、硫含量、钴含量、铝含量、铬含量、钼含量、镍含量、钒含量、铜含量、锌含量、钙含量、钛含量、硼含量、铌含量、砷含量、钨含量和氮含量来确定待检查钢的至少一种材料性能，诸如屈服强度、屈服延伸率、抗拉强度、断裂延伸率、硬度、脆性转变温度、各向异性和硬化指数。

在本发明的一个简化的有利设计中，所述组织优化器依据钢中的碳含

量或碳当量或钢中有效元素的含量和/或有害元素的含量来确定待检查钢的至少一种材料性能，诸如屈服强度、屈服延伸率、抗拉强度、断裂延伸率、硬度、脆性转变温度、各向异性和硬化指数。

附图说明

本发明的其它优点和细节由下面借助附图对实施例的描述给出。附图中：

图 1 示出在轧制时钢的组织变化，

图 2 示出一个组织优化器组合入轧制机组的控制系统，

图 3 示出一个组织观察器，

图 4 示出组织观察器的另一设计，

图 5 示出组织观察器的再一设计，

图 6 示出遗传算法在组织优化器中的应用。

具体实施方式

图 1 示出在轧制时钢的组织变化。具有方块 1 所示组织的钢进入轧制机组。在通过第一架轧机轧制后形成如方块 2 所示的伸长晶粒。在这种状态出现所谓的回复，该组织的各晶粒内的位错减少，从而晶粒内的应力减少。通过如方块 3 所示的再结晶，从晶界开始形成新的几乎无位错的晶粒。根据当材料仍处于轧机中时是否形成新晶粒或在轧制以后才形成新晶粒，再结晶分为动态再结晶或静态再结晶。接着在再结晶之后发生与温度相关的晶粒长大，即小晶粒消失，生成如方块 4 所示的粗大晶粒。迭代环路 6 表示轧制机组中有多架轧机或轧件多次通过可逆轧机。从原理上说，每次轧制时方块 2、3、4 所示的过程都重复一次，仅仅是每次从上一道次之后的组织结构开始。在轧制结束以及随后的冷却之后，形成如方块 5 所示的组织结构。这种组织结构具有确定的材料性能，即一定大小的屈服强度、屈服延伸率、抗拉强度、断裂延伸率、硬度、脆性转变温度、各向异性和硬化指数。从金属，尤其是钢或铝的屈服强度、屈服延伸率、抗拉强度、断裂延伸率、硬度、脆性转变温度、各向异性和硬化指数的预定值出发，来调节轧制机组(或连铸设备)，使得最终调节出具有屈服强度、屈服延伸率、抗拉强度、断裂延伸率、硬度、脆性转变温度、各向异性和硬化指数的期

望值的组织结构。这一点借助一个如图 2 所示的组织优化器来实现。

在图 2 中附图标记 15 表示轧制机组 16 中的带材，其材料性能或使用性能在轧制之后应与这种材料性能或使用性能的目标值 11 相一致。为了对该轧制机组进行调制，设置调节器 17。此外设置测量轧制机组的确定状态的测量设备 18。由调节器 17 调节的轧制机组 16 的运转参数由一个组织优化器 20 来测算。该组织优化器 20 具有一个组织观察器 25，它依据一个标准道次压下规程 10、带材 15 的化学成分 12 以及依据测算的用于轧制机组 16 的调节量的预计算 24 来测算带材 15 的所期望的材料性能或使用性能。这样一种组织观察器 25 将在图 3、图 4 和图 5 中详细说明。在一个比较器 21 中对材料性能或使用性能的目标值 11 和由组织观察器 25 测算的材料性能或使用性能的测算值进行比较。如果材料性能或使用性能的目标值 11 与由组织观察器 25 测算的材料性能或使用性能的测算值并不恰好相一致，那么遵循路径 26。根据一个选定的最优化准则，运转参数(在此处为各轧机中的入口温度 $T_{入}$、出口温度 $T_{出}$以及压下量φ_i)在一个加权的变换 22 中得到改变。该加权变换 22 的结果是带材 15 进入轧制机组 16 时的入口温度 $T_{入}$、带材 15 离开轧制机组 16 时的出口温度 $T_{出}$以及轧制机组 16 中各架轧机上变形量φ_i的新的目标值 23。从这些目标值 23 出发，在一个预计算 24 中测算出用于轧制机组 16 的新的调节量。这种循环一直进行到由组织观察器所测算的值 25 与材料性能或使用性能的目标值到达所期望的一致性为止。在这种情况下遵循路径 27，它相应于在预计算 24 中所测算的值来调节调节器 17。此外，设置预计算 24 的一种适配 13，借助于预计算 24 所用模型并依据测量装置 18 的测量值和一个后计算 14 进行适配。在一个有利的可选设计中设定，组织观察器 25 的输入量不是在预计算 24 中计算出的用于轧制机组的调节量，而是运转参数，在前述情况下即为 $T_{入}$、$T_{出}$和φ_i。

同样可以设定，借助相应于图 2 所示的组织优化器来调节一种主要由一套热轧机组和一套冷轧机组组成的冶金设备，一种主要由一套连铸设备、一套热轧机组和一套冷轧机组组成的冶金设备，一种主要由一套连铸设备和一套热轧机组组成的冶金设备，一种主要由一套连铸设备、一套轧制机组和冷却线组成的冶金设备。为此相应采用扩展的组织观察器以及相应采用多个运转参数。本发明同样适合于调节钢轨生产线。

特别有利的是采用该组织优化器 20 来同时优化其它参数，例如能耗和

轧辊磨损。

图 3、图 4 和图 5 示出图 2 中组织观察器 25 的有利设计。在图 3 中，P_B表示运转参数，P_M表示钢或铝的材料性能或使用性能。附图标记 50 表示一个神经网络，它依据运转参数测算材料性能或使用性能 P_M，诸如屈服强度、屈服延伸率、抗拉强度、断裂延伸率、硬度、脆性转变温度、各向异性和硬化指数。这样一种神经网络的结构可从 DE 197 38 943 中获得。

图 4 示出组织观察器的另一设计。该组织观察器具有一个晶粒尺寸模型 51 和一个分析用材料模型 52。这些模型的细节可从 C.Mhe.Sellers 和 J.A.Whiteman 在 1979 年 3 月/4 月的“材料科学(Material Science)”第 187 至 193 页发表的论文“热轧时的再结晶和晶粒长大(Recrystallisation and grain growth in hot rolling)”中获得。该晶粒尺寸模型 51 依据运转参数 P_B 来测算在没有奥氏体或仅有部分奥氏体时的铁素体晶粒尺寸 d_α。该材料模型 52 依据没有奥氏体或仅有部分奥氏体时的铁素体晶粒尺寸 d_α和运转参数 P_B 来测算材料性能或使用性能。运转参数 P_B 作为用于晶粒尺寸模型 51 和材料模型 52 的输入量没有必要是一致的。不同的运转参数可用作输入量。

图 5 示出一种相应于图 4 的组织观察器，其中所述分析用材料模型 52 由一个神经网络 53 所代替。这样一种神经网络 53 例如由 DE 197 38 943 所描述，其中没有奥氏体或仅有部分奥氏体时的铁素体晶粒尺寸 d_α作为附加输入量用于在 DE 197 38 943 中公开的神经网络。

为了通过一种图 2 所示的组织优化器 20 来迭代确定最优调节量或最优运转参数，可比较有利地采用遗传算法。

图 6 简要示出借助遗传算法进行最优化的过程。这种最优化的过程如下：

- 用于待最优化的参数的值安置在所谓的基因 40 中，基因 40 又属于一个所谓的种群的单体 41，

- 一个确定数量的单体 41 形成一个所谓的起始种群，

- 在所述基因中的一个或所有值，尤其是一个从正交分布的随机数中选择的随机值得到改变，因此产生一个改变了的种群 34(图 6 中步骤 33)，

- 在所谓染色体上的同种基因汇集在一起，它们在再次结合时共同遗传下去，

- 有其基因，即用于相应的参数的值的单体借助一个最优化函数来判

断，

－在这种判断(图 6 中的步骤 32)的基础上，对用于一个新种群的单体进行选择，其中，优选统计式选择比其它单体更好地满足最优化函数的单体，

－余下的单体 31 不再考虑，

－以新种群41进行的最优化循环一直重复进行到得到可视作最优的结果为止。

如果向图 2 所示的组织优化器 20 中的迭代环路传递，图 6 中的步骤 32 在图 2 所示的比较器 21 中或所述判断在图 2 所示的组织观察器 25 中执行。图 6 中的步骤 33 和 35 在图 2 所示的加权变换 32 中执行。在基因中汇集的参数例如相应于图 2 中的运转参数 $T_{入}$、$T_{出}$和φ_i。特别有利的是，其它参数，尤其是最优化准则(例如能耗和轧辊磨损)，也一同考虑在最优化中。与此相对应，要设置与这些参数相应的基因。这样，其它参数可与运转参数同时优化。

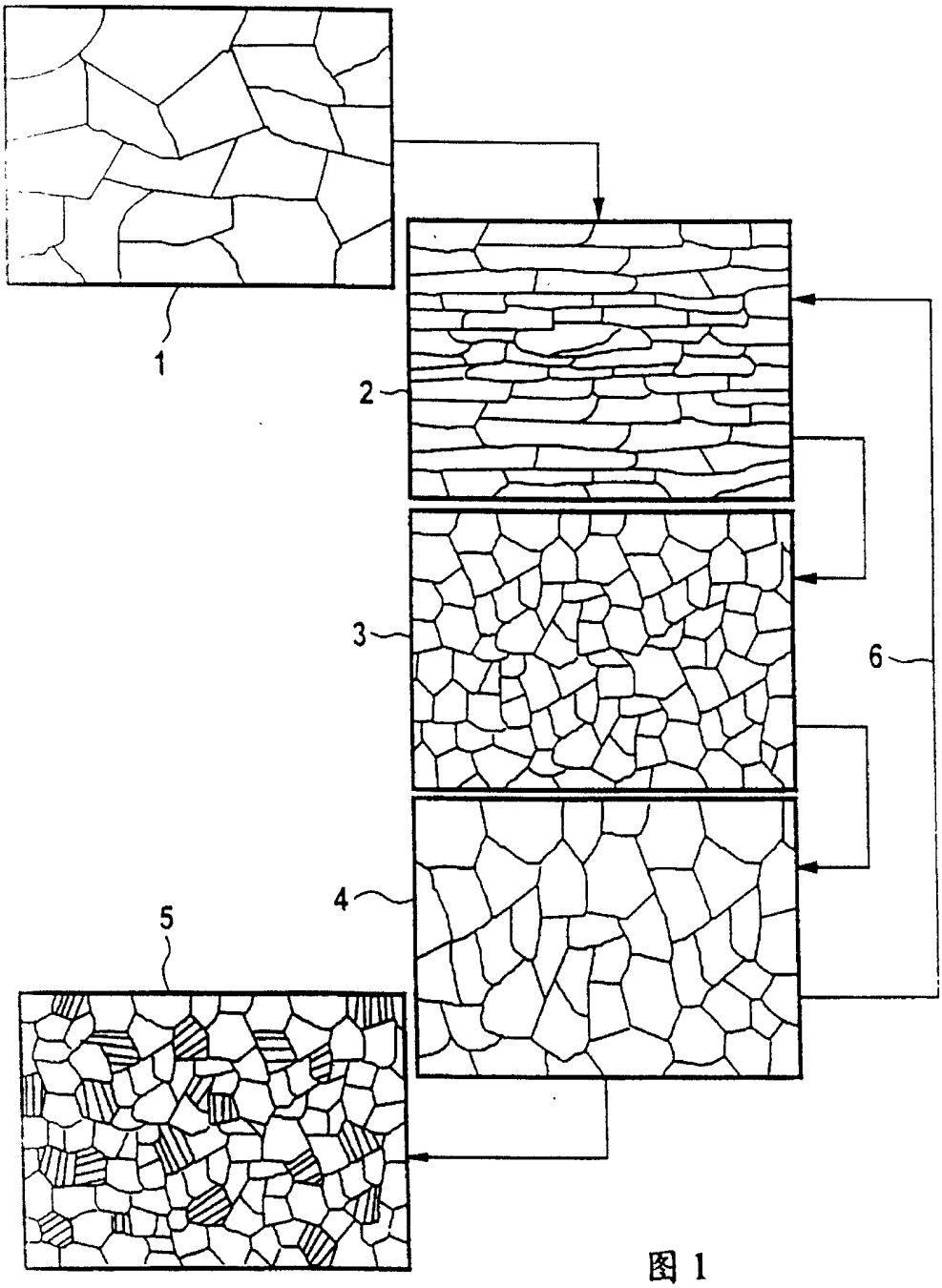


图 1

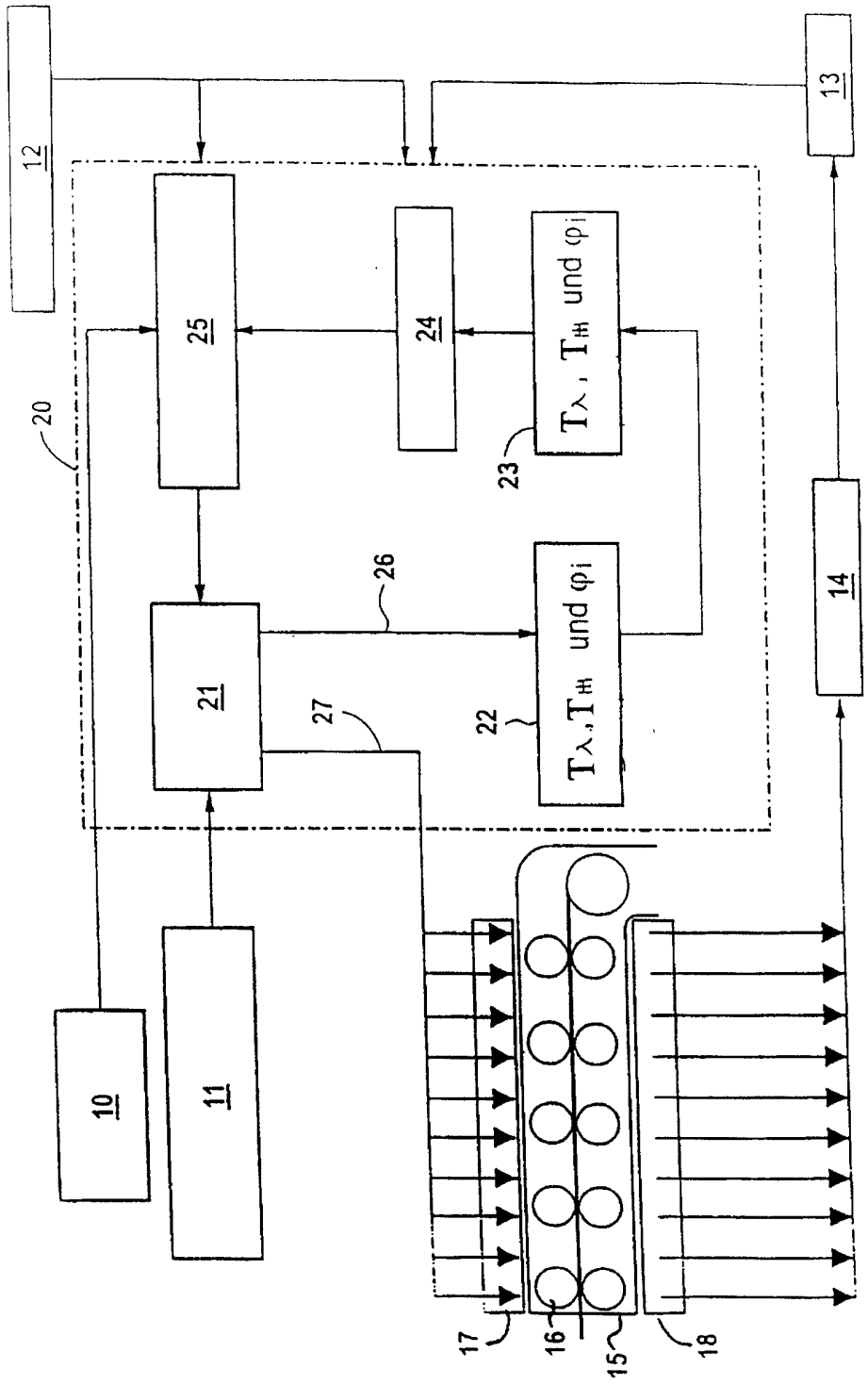

12
13
25
24
T_λ, T_H und φ_i
23
20
14
26
21
27
22
T_λ,T_H und φ_i
10
11
17
16
15
18

图 2

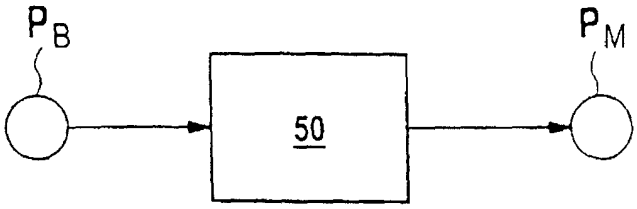


图 3

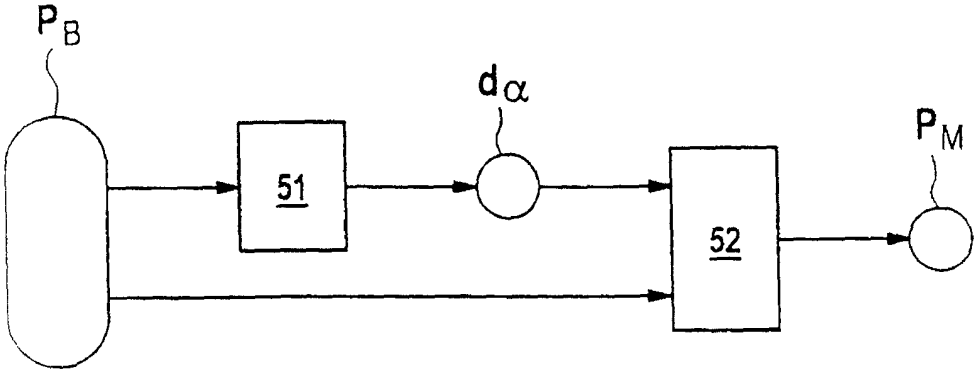


图 4

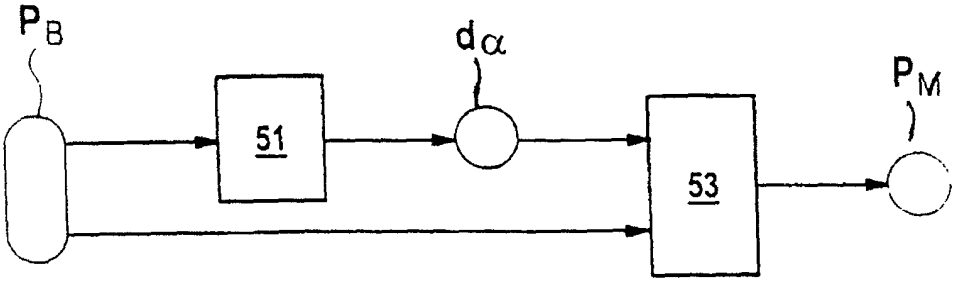


图 5

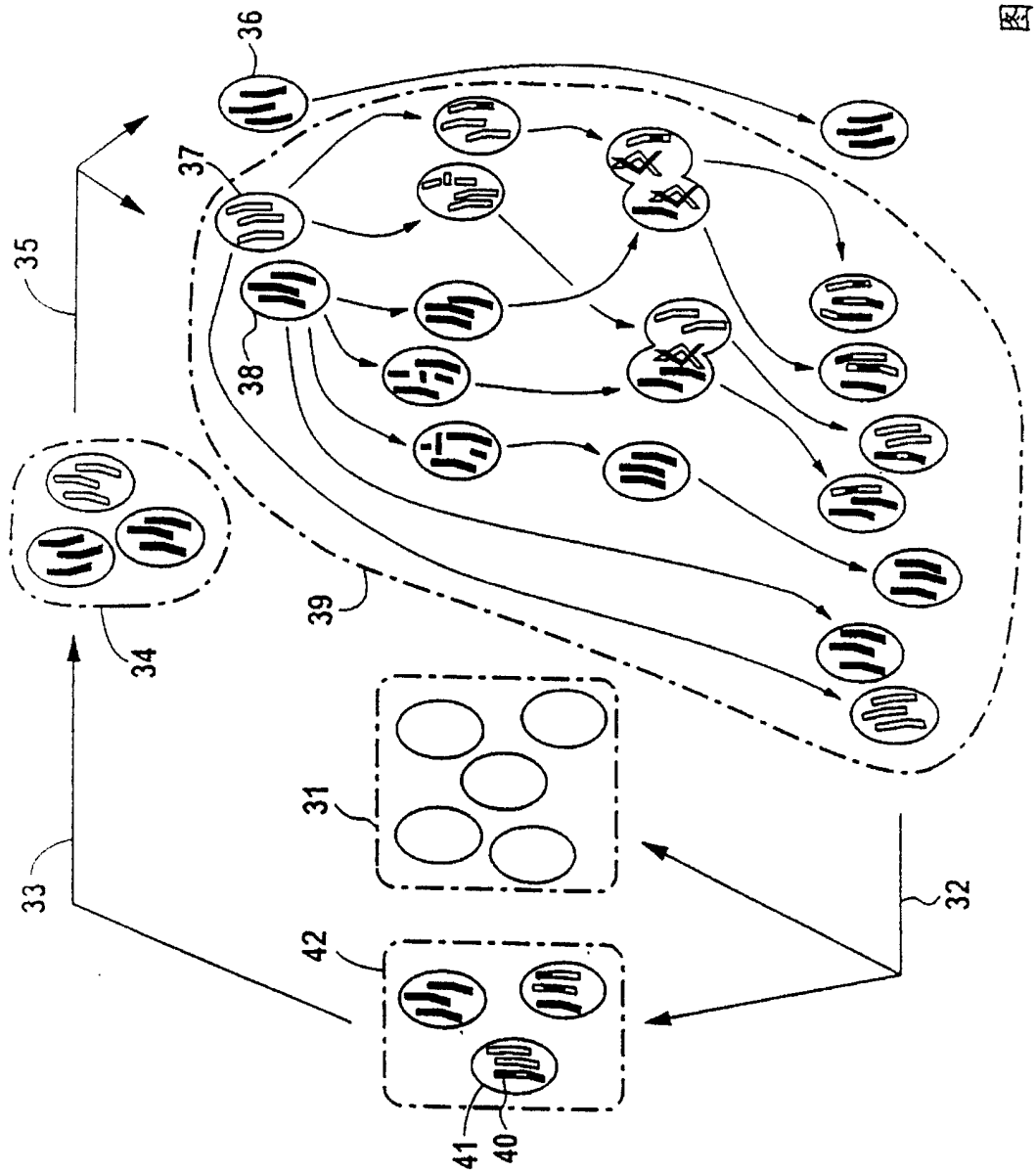


图 6