



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02818433.5

[43] 公开日 2004 年 12 月 22 日

[11] 公开号 CN 1556871A

[22] 申请日 2002.8.28 [21] 申请号 02818433.5

[30] 优先权

[32] 2001.9.20 [33] DE [31] 10146791.5

[86] 国际申请 PCT/EP2002/009573 2002.8.28

[87] 国际公布 WO2003/027346 德 2003.4.3

[85] 进入国家阶段日期 2004.3.19

[71] 申请人 SMS 迪马格股份公司

地址 德国杜塞尔多夫

[72] 发明人 R·布里斯伯格

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

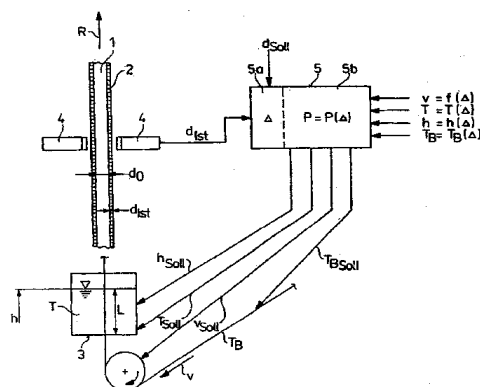
代理人 苏娟 赵辛

权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 2 页

[54] 发明名称 条形金属材料的表面镀膜方法和装置

[57] 摘要

本发明涉及条形金属材料(1)尤指带材或线材通过镀覆一种金属镀膜材料的表面镀膜方法和装置,其中要镀膜的材料(1)连续通过一个充满熔成液体的金属镀膜材料(2)的浸镀槽(3)。为了提高镀膜设备的生产率,本发明方法包括如下步骤: a) 在浸镀层(3)后,测量镀覆在材料(1)上的镀膜材料(2)镀层的厚度(d_{ist}); b) 测出的厚度(d_{ist})与镀膜厚度的一个预定值(d_{soll})进行比较,并求出这两个值之差(Δ); c) 根据求出的差(Δ),影响或改变镀膜过程的至少一个参数(P),以使测出的值(d_{ist})接近于预定值(d_{soll})。



1. 条形金属材料 (1) 尤指带材或线材通过镀覆一种金属镀膜材料 (2) 的表面镀膜方法, 其中要镀膜的材料 (1) 连续通过一个充满熔成液体的金属镀膜材料 (2) 的浸镀槽 (3), 其特征为,

5 该方法具有如下步骤:

a) 在浸镀槽 (3) 后, 测量镀覆在材料 (1) 上的镀膜材料 (2) 镀层的厚度 (d_{ist});

c) 测出的厚度 (d_{ist}) 与镀膜厚度的一个预定值 (d_{sol1}) 进行比较, 并求出这两个值之差 (Δ);

10 c) 根据求出的差 (Δ), 影响或改变镀膜过程的至少一个参数 (P), 以使测出的值 (d_{ist}) 接近于预定值 (d_{sol1})。

2. 按权利要求 1 的方法, 其特征为, 要镀膜的材料 (1) 垂直向上通过浸镀槽 (3)。

3. 按权利要求 1 或 2 的方法, 其特征为, 镀膜过程的参数是沿材料
15 (1) 的输送方向 (R) 的要镀膜的材料 (1) 的输送速度 (V)。

4. 按权利要求 3 的方法, 其特征为, 在测出厚度 (d_{ist}) 太大时, 则提高输送速度 (V)。

5. 按权利要求 1 或 2 的方法, 其特征为, 镀膜过程的参数是浸镀槽 (3) 的熔池温度 (T)。

20 6. 按权利要求 5 的方法, 其特征为, 在测出厚度 (d_{ist}) 太大时, 则提高熔池温度 (T)。

7. 按权利要求 1 或 2 的方法, 其特征为, 镀膜过程的参数为浸镀长度 (L) 或熔池高度 (h), 在这个长度或高度内, 要镀膜的材料 (1) 与浸镀槽 (3) 中的熔液镀膜材料 (2) 接触。

25 8. 按权利要求 7 的方法, 其特征为, 在测出厚度 (d_{ist}) 太大时, 则减小浸镀长度 (L) 或熔池高度 (h)。

9. 按权利要求 1 或 2 的方法, 其特征为, 镀膜过程的参数为最好在进入浸镀槽 (3) 之前的材料 (1) 的温度 (T_B)。

30 10. 按权利要求 9 的方法, 其特征为, 在测出厚度 (d_{ist}) 太大时, 则提高材料 (1) 的温度 (T_B)。

11. 按权利要求 1 或 2 的方法, 其特征为, 镀膜过程的参数为要镀膜的材料 (1) 在浸镀槽 (3) 中的持续浸镀时间 (t)。

12. 按权利要求 11 的方法, 其特征为, 在测出厚度 (d_{ist}) 太大时, 则减少浸镀持续时间 (t)。

13. 按权利要求 1 或 2 的方法, 其特征为, 镀膜过程的参数为浸镀槽 (3) 中的熔液成分。

- 5 14. 条形金属材料 (1) 尤指带材或线材通过镀覆一种金属镀膜材料的表面镀膜装置, 要镀膜的材料 (1) 连续地、最好垂直地通过一个注有熔液镀膜材料 (2) 的浸镀槽 (3), 其特征为,

沿输送方向 (R), 在浸镀槽 (3) 后面布置了一个镀覆在材料 (1) 上的镀膜材料 (2) 镀层厚度 (d_{ist}) 的测量装置 (4), 该测量装置把测
10 出的厚度值 (d_{ist}) 输入一个控制或调节装置 (5), 该控制或调节装置将测出的值 (d_{ist}) 与镀膜厚度的预定值 (d_{soll}) 进行比较并根据这两个值之间求出的差 (Δ) 对至少影响或改变镀膜过程的一个参数的机构 (6) 进行控制, 以使测出的值 (d_{ist}) 接近预定的值 (d_{soll})。

- 15 15. 按权利要求 14 的装置, 其特征为, 所述机构 (6') 可影响材料 (1) 沿输送方向 (R) 的要镀膜材料 (1) 的输送速度 (v)。

16. 按权利要求 14 的装置, 其特征为, 所述机构 (6'') 可影响浸镀槽 (3) 中的熔池温度 (T)。

- 20 17. 按权利要求 14 的装置, 其特征为, 所述机构 (6''') 可影响要镀膜的料 (1) 与浸镀槽 (3) 中的熔液镀膜材料 (2) 接触的浸镀长度 (L) 或熔池高度 (h)。

18. 按权利要求 14 的装置, 其特征为, 所述机构 (6''') 可影响最好在进入浸镀槽 (3) 之前的材料 (1) 的温度 (T_B)。

19. 按权利要求 14 至 18 任一项的装置, 其特征为, 浸镀槽 (3) 与熔液镀膜材料 (2) 的储料容器 (7) 连接。

- 25 20. 按权利要求 19 的装置, 其特征为, 浸镀槽 (3) 的容积比储料容器 (7) 的容积小得多。

21. 按权利要求 20 的装置, 其特征为, 浸镀槽 (3) 的容积最多为储料容器 (7) 的容积的 20%, 最好最多 10%。

- 30 22. 按权利要求 14 至 21 任一项的装置, 其特征为, 在浸镀槽 (3) 的底部设置了一个磁封 (8)。

23. 按权利要求 14 至 22 任一项的装置, 其特征为, 在浸镀槽 (3) 的上方布置了一个已镀膜的料 (1) 的冷却装置 (9)。

24. 按权利要求 23 的装置, 其特征为, 厚度 (d_{ist}) 的测量装置 (4) 布置在浸镀槽 (3) 和冷却装置 (9) 之间。

条形金属材料的表面镀膜方法和装置

本发明涉及条形金属材料尤指带材或线材的表面通过镀覆一种金属镀膜材料的一种镀膜方法和装置，要镀膜的材料连续通过一个充满熔成液体的金属镀膜材料的浸镀槽。

EP 0630421 B1 提出了带钢的一种金属镀膜方法。该方法是将带钢垂直从下输入一个镀膜装置中。该镀膜装置具有一个镀膜容器（浸镀槽），该镀膜容器装满熔成液体的镀膜材料。带钢通过该镀膜容器垂直向上输送。于是，镀膜材料便淀积在带钢的表面。EP 0630420 B1 和 EP 0673444 B1 提出了类似的方法。其中，EP 0630420 B1 涉及多层镀膜，即在垂直的方向内上下设置多个浸镀槽，要镀膜的材料通过这些浸镀槽而实现多层镀膜。

在这类热镀膜方法时，带材用锌、铝、锌铝合金或铝硅合金镀覆，从退火炉出来的带材在保持气密的条件下按第一道工序进入一个装有浸镀熔液的大容器中，并在该处通过不同的未驱动的辊转入垂直方向和稳定。在热镀调质时，这种方式对上述全部浸镀金属或合金都适用。在用大的熔液容器时，存在这样的缺点，即辊及其支座都浸没在熔液中，所有部件都受到熔液的化学腐蚀。所以在熔液内所用的部件的寿命相当短。此外，大的熔液体积需要一个相应大的浸镀槽来容纳整个辊系统。在热镀锌时，一般需要 200 至 300 吨液体锌。由于体积大，不可能快速调节熔液的温度以及影响合金的成分，所以势必产生温度和合金成分的波动，从而导致质量下降。

这种方法的另一个缺点是，特别是在镀覆厚度小于 0.5 毫米的薄带材时，为了获得经济的运行方式，设备速度不可能任意提高。其原因是，在位于镀槽中的辊和带材之间可能产生相对运动。如果为了避免这个问题而提高作用到带材上的拉力，则存在带材裂纹的危险，其结果是产生废品和较长时间的设备停止。

在热镀锌时，要镀覆的带材的最大可能的输送速度的另一个限制是由于布置在浸镀槽上方的气刀刮除系统引起的。在该处用空气或氮气调节镀层厚度，其中，可产生的最小镀层厚度是随带速的增加而增加的。这就是说，在高带速时，不可能镀覆薄的镀层。但恰好这种薄镀层（例

如在热镀锌薄板时单面小于 25 克/米²) 对一些特殊要求高的使用场合是需要的。

众所周知, 通过浸镀槽中熔液温度的升高例如在热镀锌时从 460℃ 升高到超过 500℃ 时, 可使动态粘度减少 30% 以上。所以, 从理论上讲, 5 可通过温度升高来改善液态的镀膜金属回流到浸镀槽中并由此减少镀膜厚度。在这方面存在的问题是, 在用如此大的熔液量 (200 至 400 吨液态锌) 的情况下, 镀槽温度的可重复的调节实际上是不可能的。

此外, 在用上述方法时, 必须考虑熔液对镀槽中的构件的化学腐蚀。在温度超过 500℃ 时, 这种腐蚀逐渐增加。这意味着位于镀槽中的 10 辊和支座必须更频繁地进行更换, 从而导致设备效率的严重限制和这种方法的经济性的相应恶化。

任意提高镀槽温度由于下述原因是不可能的: 随着不断升高的温度, 在镀槽中产生的熔渣也相应增加, 这对镀膜的质量是很不利的。

镀槽中熔液量很大的问题可通过例如上述文献提出的解决方案来 15 避免。为了进行热浸镀调质处理, 这些文献提出了带材在退火炉中进行预处理, 然后转入垂直方向, 最后从下进入镀槽、镀槽在其下侧有一个槽形孔, 通过感应场产生的磁封来阻止熔液从镀槽中向下流出。

这些文献提出的镀槽比开始时提到的方法所用的体积小得多, 即只需大约 10 吨熔液。其优点是, 熔液的合金及其控温可在一个单独的容 20 器内进行。熔液用泵输入镀槽中。这个方法的另一优点是, 与开始时提到的、镀槽用很多熔液的方法比较, 合金成分和温度的控制可十分有效地进行。

在用相当少的熔液量的镀槽时, 还可布置在镀槽上方的气刀刮除系统来调节和控制要求的镀膜厚度。在这里, 设备的最大可能的带速也 25 受到要镀膜的带材的可传递的拉力的限制。

由于良好的气刀刮除, 在要镀膜的带材整个带宽和长度上的良好的镀膜结果和均匀的镀膜的前提是稳定的和无干扰的带钢运行。带材必须总是平行通过布置在带材两侧的两个刮除喷嘴, 而且必须保持到喷嘴的恒定距离。在运行中, 只有付出高昂代价才可保证这样的带材稳定。到 30 喷嘴的少许的偏差或带材的波动都会导致带材整个宽度和长度以及带材两面镀膜的镀膜厚度的大的变化。

所以, 用这种方法获得的镀膜厚度总是在整个带宽和带长上存在一

定的分散性，从而降低镀膜方法的质量。出于防腐考虑，不容许低于最小的要求镀膜厚度，所以，由于这种分散性，其结果总是镀覆比必须的最小镀膜厚度要多的镀覆材料，从而导致这个镀膜方法的经济性的进一步恶化。

- 5 本发明的目的是提出一种上述类型的表面镀膜方法以及一种相应的镀膜装置，用这种方法或装置可提高镀膜质量并同时提高这种方法的经济性。

这个目的是通过本发明在方法上实施下列步骤来实现的：

- a) 在浸镀槽后，测量镀覆在要镀膜材料上的镀膜材料的厚度；
10 c) 测出的厚度与镀膜厚度的预定值进行比较，并求出这两个值之差；
c) 根据求出的差，影响或改变镀膜过程的至少一个参数，以使测出的值接近于预定的值。

- 本发明利用热浸镀调质处理的知识，使通过浸镀槽的带材-即使不用其他措施例如喷嘴刮除方法-自动地镀覆一定厚度的镀膜材料，并在过程参数的一定情况下，在要镀膜的材料上镀覆一层优质的镀膜。

这样就以有利的方式使要镀膜的材料用很高的输送速度进行热镀膜过程，其中，对厚度为 0.5 毫米以下的带材的输送速度可达 300 米/分，从而可达到镀膜设备的高效率和相应高的经济效益。

- 20 此外，本发明方法有利于在整个带材宽度上形成一层均匀的镀膜而完全与镀膜参数无关，因为全部这些镀膜参数对整个带材宽度都起均匀的镀膜作用。带材输送和带材的平面度也对镀膜厚度没有影响。整个带材宽度和长度上的恒定的镀膜厚度是通过过程参数的快速调节来保证的。

- 25 要镀膜的材料最好垂直向上通过浸镀槽。镀膜过程的不同参数的控制或调节对所提出的方法的有效利用业已证明是特别有利的。

首先可考虑镀膜过程的控制或调节参数为沿供料方向要镀膜的材料输送速度，在测出厚度太大时，可考虑提高输送速度。

- 另一个或附加考虑的参数是浸镀槽中的熔池温度；此时，通常这样考虑，在测出厚度太大时，提高熔池温度（由此降低镀膜材料的粘度，并获得较薄的镀膜）。

此外，作为参数是浸镀长度或熔池高度，在这个长度或高度内，要

镀膜的材料与浸镀槽中的熔液镀膜材料接触。在测出厚度太大时，可减少浸镀长度或熔池高度，以便获得较好的镀膜结果。

其次，另一个或附加考虑的镀膜过程的参数是要镀膜的材料最好在进入浸镀槽之前的温度。在测出厚度太大时，通常要提高要镀膜材料的温度。

此外，作为镀膜过程的参数最好考虑浸镀槽中要镀膜材料的持续浸镀时间，在测出厚度太大时，可减少浸镀时间。

最后，也是另一个或附加的参数为浸镀槽中的熔液的成分。

根据本发明，要镀膜的材料在连续地、最好垂直地通过浸镀槽的情况下，该材料的表面镀膜装置的特征为，在送料方向内，在浸镀槽后面布置了一个在要镀膜的材料上镀覆的镀层厚度的测量装置，该测量装置把测出的厚度值输入一个控制或调节装置，该控制或调节装置将测出的数值与一个镀层厚度的预定值进行比较并根据这两个值之间求出的差控制相关的可影响或改变镀膜过程的至少一个参数的机构，以使测出的值接近预定的值。

这个相关装置有利于影响在送料方向内的要镀膜的材料输送速度；该装置可影响别的或附加的参数即浸镀槽中的熔池温度；此外，通过该装置也可影响要镀膜的材料与浸镀槽中的熔液镀膜材料保持接触的浸镀长度或熔池高度；该装置还可影响最好在进入浸镀槽之前的要镀膜的材料温度。

为了对浸镀槽中的镀膜金属的成分进行有效的影响，该装置可与熔液镀膜材料的一个储料容器连接。根据本发明，浸镀槽的容积比储料容器的容积小得多；为此，优先考虑浸镀槽的容积最多为储料容器的容积的20%，最好最多10%。

为了浸镀槽向下密封，最好在浸镀槽的底部设置磁封；但也可用别的密封系统。

已镀膜的材料冷却装置可布置在浸镀槽的上方，而厚度测量装置则优先布置在浸镀槽和冷却装置之间。

附图表示本发明的一个实施例，即：

图1表示一种条形金属材料的表面镀膜装置的结构示意图；
图2表示本发明调节原理示意图。

用图1所示的装置可在带钢形式的要镀膜的材料1上镀覆一层金属

材料 2 (例如锌)。

为了带形材料的两面均匀镀膜,带 1 从下经一个进料通道 10 垂直向上通过一个浸镀槽 3,该浸镀槽用液态镀膜材料 2 注满到一个要求的熔池高度 h 。在浸镀槽 3 的底部,设置了一个磁封 8,该磁封阻止液态
5 镀膜材料 2 经进料通道 10 向下流出。

R 表示带 1 的输送方向。图中只是示意地画出了一台驱动电动机 6' 驱动一个辊 11 (或多个辊),从而使带 1 以输送速度 V 进行输送。

带 1 在一个炉子 12 中首先进行退火,然后通过一个通道 13 进入炉罩 14。在通道 13 或炉罩 14 的范围内设置了一个感应加热系统 6''',用
10 该感应加热系统可在带 1 通过时快速进行加热。在进入浸镀槽 3 之前,该带具有带温 T_0 。

浸镀槽 3 中的熔液镀膜材料 2 具有一个熔池温度 T 。在通过浸镀槽 3 时,液态的镀膜材料 2 淀积在带 1 的表面;在离开浸镀槽 3 时,在带 1 上的镀膜材料 2 固化,于是获得要求的产品即镀膜的金属带。

15 从一个较大的储料容器 7 供给新鲜的镀覆或镀膜材料 2,在该储料容器中,事先对镀膜材料 2 用冶金方式处理成氧化物分离的形式,并从液态镀膜材料中滤除固态的镀膜材料或带钢晶体。此外,通过一个熔化装置将新鲜镀膜材料供入该容器。

为了在浸镀槽 3 中进行镀膜材料 2 的快速控温,即为了熔池温度 T
20 的快速和按需调节,围绕浸镀槽 3 布置了一个感应加热系统 6''。与储料容器 7 的容积比较,浸镀槽 3 的容积是很小的。例如浸镀槽 3 只能容纳带 1 镀锌用的液态锌 5 吨左右,而储料容器 7 则可高出几倍的容积。

镀膜材料 2 从储料容器 7 用一台熔液泵 6''' 泵送到浸镀槽 3 中,用这种方式可在浸镀槽 3 中调节镀膜材料的成分。

25 供应和清除浸镀槽 3 的熔液镀膜材料 2 所需的外围设备在实施例中没有示出。这些外围设备在先有技术中是早已熟知的,为此可参见上述文献 EP 0 630 421 B1。

30 镀覆在材料 1 上的镀膜厚度 d_{ist} 的测量装置 4 直接布置在浸镀槽 3 上方,而在其上方则设置了一个冷却装置 9 来冷却已镀膜的、仍然热的带材。

所申请的镀膜方法的其他细节可从图 2 一目了然。

带材 1 在进入浸镀槽之前的厚度为 d_0 。在带材 1 上用镀膜材料 2 镀

覆的镀膜具有一个理论厚度 d_{sol1} 。但在常规镀膜方法时，在带材 1 上镀覆的实际厚度或多或少存在大的分散性。有效的镀膜厚度用 d_{ist} 表示。

尽可能紧接着浸镀槽 3 上方布置的镀膜厚度 d_{ist} 的测量装置 4 测出镀层厚度 d_{ist} 的实际值并将该实际值输入一个控制或调节装置 5。在这个装置 5 中，也预先给定一个理论厚度 d_{sol1} 。

在第一区段 5_a 中，即在减法器中，首先按下式求出理论厚度和实际厚度之间的差：

$$\Delta = d_{ist} - d_{sol1}$$

并将该差值输入第二区段 5_b 即调节器中。在该调节器中，存储有镀膜过程的参数 P 和该差值之间的函数关系。这就是说，这些函数关系给出在存在一个差值 Δ 时，一个参数 P 应该如何改变，以使该差值尽可能小，在理想情况下小到零。

根据具体的使用场合，这些函数关系可从经验中得出。在本实施例中，它们根据下列参数求出并进行存储：

- 输送速度 V 作为差值的函数；
- 熔池温度 T 作为差值的函数；
- 熔池高度 h（或浸镀长度 L）作为差值的函数；
- 进入浸镀槽之前的材料温度 T_b 作为温度的函数。

由于不需要有影响的刮刀刮除系统，所以，淀积在带材 1 上的镀膜材料 2 十分均匀地镀覆在带材 1 上。确切地说，要求的镀膜厚度 d_{ist} 作为在镀膜设备中通过控制或调节装置 5 调节的参数 P 的反应是可重复的，这在图 2 中只画出了示意图。

在理论厚度 d_{sol1} 比实际的镀膜厚度 d_{ist} 太大时，控制或调节装置 5 使带材输送速度 V 提高和/或使熔池温度 T 增高和/或使熔池高度 h 减小和/或使带材的温度 T_b 升高。所有这些措施都引起镀膜厚度的减小，或者在相应参数写法相反时，则增加厚度。按这种方式可精确调节金属带 1 上的有效镀膜厚度 d_{ist} 。

所以，本发明使用智能方式的控制或调节模式。边疆地用全部所需的测量数据供给这种控制或调节装置，并进行存储。参数之间的函数关系存储在这种调节和控制装置中。

除了所谓的调节参数外，还考虑了浸镀槽成分和带材的表面粗糙度，所以在给定的情况中，在控制或调节时也可用这些参数，或者这些

参考也可考虑。

通过浸镀槽 3 的感应加热系统 6'' 或材料 1 的感应加热系统 6''''，可快速控制或调节相关的温度。对浸镀槽 3 中熔液的成分来说，快速调节一般并不重要，重要的是保持恒定的合金成分。为此，（小的）浸镀槽 5 3 与（大的）储料容器 7 液态连通是有利的。而熔液温度则必须很快地进行调节。为此，感应加热系统 6'' 例如也可布置在浸镀槽 3 的熔液的入口处。

用所提出的方案可明显改善整个带宽和带长上的镀膜厚度的均匀性。由于取消了公知的喷嘴刮除装置，不存在与带钢运行的依赖性以及与带钢离刮除装置的喷嘴的相同距离的依赖性。所以，带材和喷嘴之前 10 通常很难控制的距离也不再产生影响。全部带材导辊都可被驱动。

此外，由于不再有气刀刮除喷嘴，也就没有介质（空气或氮气）作用到带材表面或仍是液态的镀膜材料上，这在低镀膜厚度和高刮除压力时常常对带材表面产生很不利的影响并由此影响质量。在这方面，也就 15 以特别经济的方式避免再用昂贵的介质（氮气）和能源（鼓风传动），从而使整个过程简化和比较经济。也不再需要设备停机来进行旧辊的更换，而且设备可达到明显高的带速并由此达到较高的设备效率，即使在薄带镀膜时也是如此。

在连续热镀锌时，除了纯的热镀锌薄钢板外（这里镀膜几乎全是 20 锌，只含有最高百分之一重量比的铝），还有镀锌层扩散退火的薄钢板的方案。这种材料的镀膜由一层含有最高 13% 重量比的铁的铁锌合金层组成并通过扩散退火直接形成热镀锌。

根据先有技术，在镀锌扩散退火薄钢板的生产设备中，在气刀刮除喷嘴上方设置了一个再退火（炉子），该再退火炉对带材供给扩散过程 25 所需的热。镀锌扩散退火薄钢板几乎只是汽车工业用的一种产品，而且具有薄的镀膜。

用本发明提出的方法可按特别有利的方式在高带材温度和镀锌槽温度的情况下直接用熔液制造镀锌扩散退火薄钢板而不需要再加热。为此，要关掉浸镀槽 3 上方的冷却装置 9。

在用常规方法时，气刀刮除喷嘴系统显著冷却从熔液出来的带材， 30 而所提出的方法则是关掉冷却装置 9。此外，先有技术的浸镀槽温度明显低于本发明方案时的浸镀槽温度，因为先有技术的解决方案必须避免

底渣的形成，在本发明方案时，由于很小的浸镀槽而不存在这个问题；在这里几乎不可能产生底渣，因而也提高了产品的质量。

在按先有技术制造镀锌扩散退火薄钢板时，扩散过程不可能进行紧接着镀锌，而需要进行重新供热。在本发明方案时，则以有利的方式而

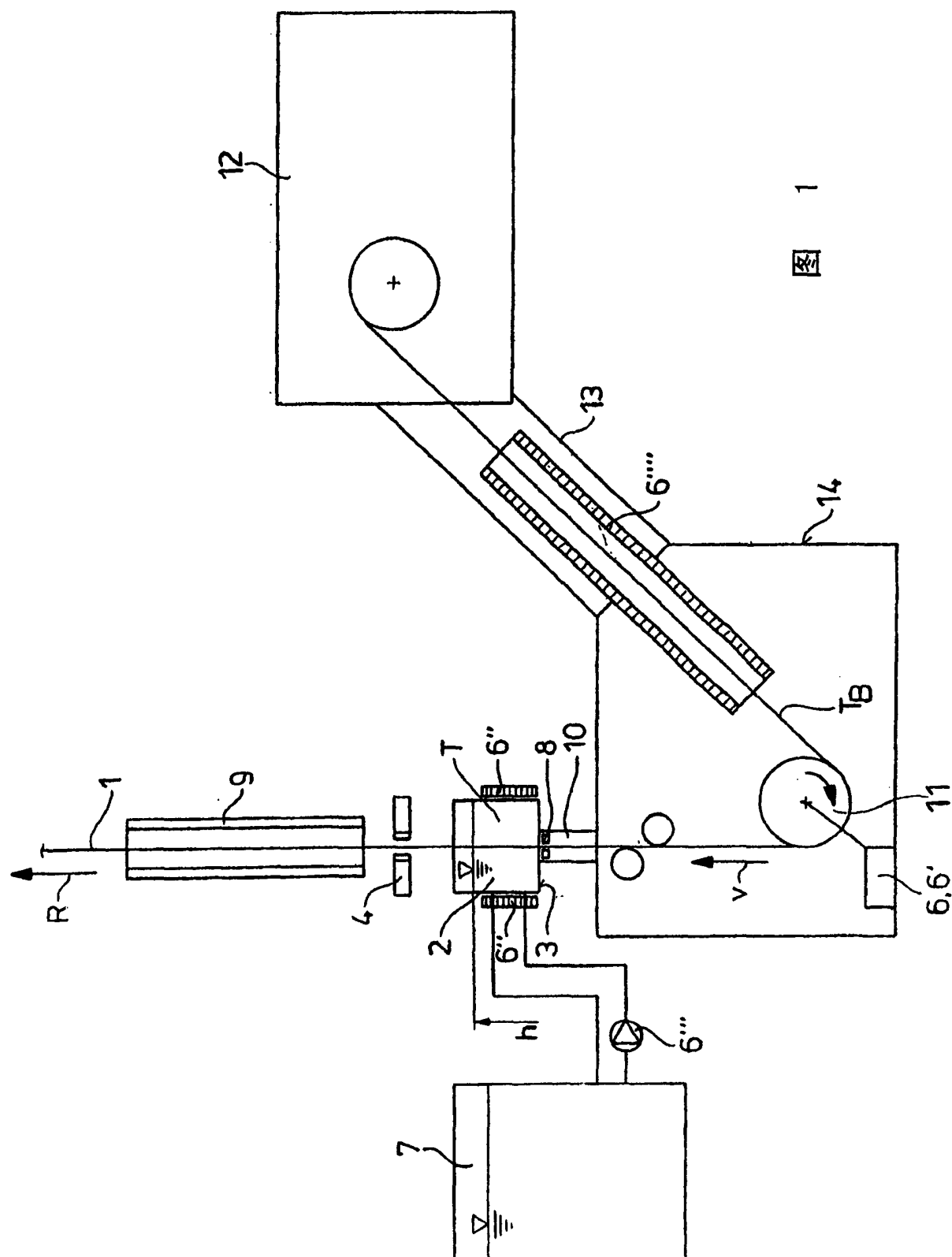
5 不需要重新供热；即还存在于带材内的热量足够用于扩散过程。

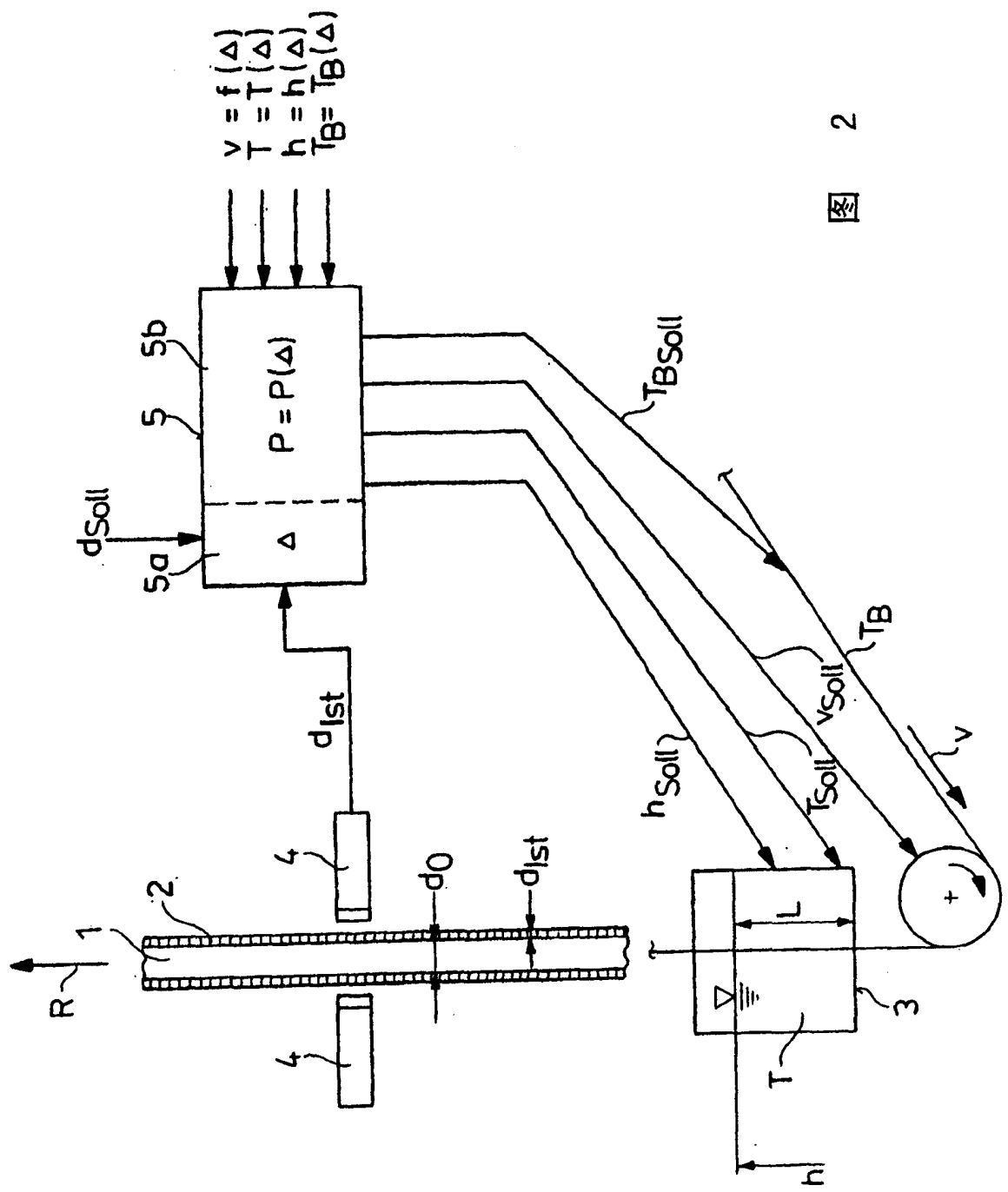
参考符号一览表

	1	要镀膜的材料
10	2	金属镀膜材料
	3	浸镀槽
	4	镀膜厚度的测量装置
	5	控制或调节装置
	5a	减法器
15	5b	调节器
	6	镀膜过程中影响或改变一个参数的装置
	6'	驱动电动机
	6''	浸镀槽 3 的感应加热系统
	6'''	熔液泵
20	6''''	材料 1 的感应加热系统
	7	储料容器
	8	磁封
	9	冷却装置
	10	进料通道
25	11	辊
	12	炉
	13	通道
	14	炉罩
	d_{ist}	镀覆到材料 1 上的镀膜厚度
30	d_{sol1}	镀膜厚度的预定值
	d_0	材料 1 的厚度
	Δ	d_{ist} 和 d_{sol1} 之差

5

P	镀膜过程的参数
V	输送速度
R	输送方向
T	熔池温度
L	浸镀长度
h	熔池高度
T _B	进入浸镀槽之前的材料温度
t	浸镀持续时间





2

图