



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 99802672.7

[45] 授权公告日 2005 年 10 月 12 日

[11] 授权公告号 CN 1222381C

[22] 申请日 1999.2.12 [21] 申请号 99802672.7

[30] 优先权

[32] 1998. 2. 13 [33] FR [31] 98/01987

[86] 国际申请 PCT/FR1999/000319 1999. 2. 12

[87] 国际公布 WO1999/041031 法 1999. 8. 19

[85] 进入国家阶段日期 2000. 8. 3

[71] 专利权人 皮西尼何纳吕公司

地址 法国巴黎

[72] 发明人 让-鲁克·霍夫曼

皮埃尔-伊夫·梅内

克劳斯·迈瓦尔德

雷吉纳·德布罗克斯

马丁·P·施密特 伊夫·塞勒斯

审查员 魏 屹

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利  
商标事务所

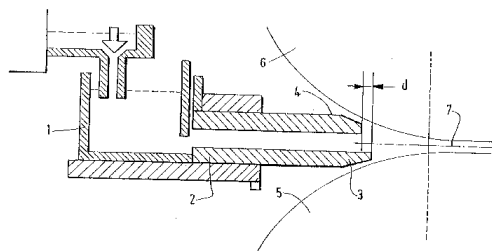
代理人 黄必青

权利要求书 1 页 说明书 14 页 附图 2 页

[54] 发明名称 具有高表面均匀度的铝合金带及其  
制造方法

[57] 摘要

本发明涉及表面均匀度很高的铝合金带，还涉及通过辊筒间的连续铸造机来制造这种带的方法，铸造机包括一个上唇比下唇向后收缩的注入器。



1. 表面均匀度改善的金属带的制造方法，从一个含有液体金属的浇铸槽（1）通过两个冷却辊筒（5）和（6）之间的浇铸来制造，浇铸槽（1）与注入器（2）连接，注入器（2）由一个下唇（3）和一个上唇（4）组成，把液体金属带到两个辊筒之间的间隙中，该制造方法的特征在于，注入器（2）的上唇（4）比下唇（3）至少向后收缩2毫米。

2. 根据权利要求1的表面均匀度改善的金属带的制造方法，其特征在于，注入器（2）的上唇（4）比下唇（3）至少向后收缩5毫米。

3. 根据权利要求1或2所述的方法，其特征在于，从液体金属流中间面测量的浇铸槽（1）中的液体金属高度小于30毫米。

4. 根据权利要求3所述的方法，其特征在于，从液体金属流中间面测量的浇铸槽（1）中的液体金属高度小于25毫米。

5. 通过权利要求1至4之一的方法得到的金属带的使用方法，用于制造光学反射器。

6. 通过权利要求1至4之一的方法得到的金属带的使用方法，用于制造建筑物的阳极处理板和喷涂板。

7. 通过权利要求1至4之一的方法得到的金属带的使用方法，用于制造冲压零件。

8. 根据权利要求1至4之一通过辊筒间的连续浇铸来制造的1085合金带，其特征在于，经过一次或几次总的冷变形率小于85%的冷轧后，合金带至少具有以下各组特性中的一个：

(a)  $R_m > 165$  兆帕并且  $A > 6\%$ ，

(b)  $R_{0.2} > 160$  兆帕并且  $A > 6\%$ 。

## 具有高表面均匀度的铝合金带及其制造方法

### 本发明领域

本发明涉及具有很高表面均匀度的铝合金带，用于需要很高的视觉质量或特殊光学性质的应用，例如反射器或建筑或装饰用的阳极处理板。本发明还涉及一种通过在辊筒之间连续浇铸来制造这种铝合金带的方法。

### 现有技术

为了制造铝合金薄板或通常的轧板，几十年来广泛使用了冷辊筒之间的连续浇铸(双辊浇铸)。正如1958年Pechiney公司提交的基础专利FR 1198006中所指出的，这种方法在于用一个注入器将储存在一个供料槽中的液体金属引入到两个沿相反方向旋转的水平冷却辊筒之间的间隙中。金属凝固为连续的带状，同时由于辊筒的压力而减少其厚度。这种连续浇铸机常常用于生产厚度在5到12毫米之间的金属带。在这种机器的最新型号中，如Pechiney Rhenalu的JUMBO 3 CM，还可以浇铸出最薄厚度小于5毫米的金属带，如专利FR2737430中所述的。

从这种轧制机生产出的金属带很少使用，是毛坯带。这些带一般要经过第一次冷轧，对于某些应用还用特殊的辊筒进行第二次精制冷轧。

这种常用的辊筒间连续浇铸的机器可以得到外观均匀的金属带，但是对材料的表面状态要求非常苛刻的应用，如与金属带表面处理有关的应用，辊筒间的连续浇铸的金属带实际上不具备足够的表面质量，这些处理可能会显示出已有的或冶金非均质性产生的表面缺陷，例如阳极处理、化学或电解质抛光、清洗、化学上光、电泳或涂层。浇铸带的上表面经常有一些小波纹，表现为一些与浇铸方向垂直的

线，这些线的来源是浇铸过程中液体金属的弯月形振动。阳极处理后，这些小波纹变成可以看见的平行条纹；这是一种可见的缺陷，表现为不同的灰色程度，间隔为一到几毫米（例如 10 毫米）。

另一种人们常常观察到的表面缺陷是一些与带的长度方向平行的机械划痕；这属于粗糙度缺陷。下表面通常具有轧制光洁度。

这两类表面缺陷还会加上一些偶然产生的、不是专门由于辊筒间连续浇铸的技术的擦痕。

长期以来，一直感到需要改进连续浇铸得到的金属带的表面状态，并且已经提出了一定数量的解决办法。

例如，美国专利 US 4461152 描述了一种液体金属的处理方法，开始时，在液体金属中注入一种含氯的气体，然后使液体金属通过一系列的聚结室，最后经过过滤，因此可以减少液体金属中的杂质含量，从而改进计算机盘的合金带 5086 和 5182 的表面状态。但是，现在工业界更追求最大程度地减少含氯气体的使用。

1974 年的德国专利申请 DE 2443068 提出了一种旨在改进铝或铝合金带的表面状态的钢传送带间的连续浇铸机，可以制造用于装饰性阳极处理的金属带。该专利申请中提出的技术方法不能用于辊筒间连续浇铸，原因有三个：带间连续浇铸得到的带的表面质量本质上不如辊筒间连续浇铸，这可能是由于带的震动。金属凝固的条件完全不同，因为在带间连续浇铸的情况下，带的中心的凝固在靠近注入器的辊筒轴平面的下游，而在辊筒间连续浇铸的情况下，带的中心的凝结在该轴的上游。最后，带间连续浇铸不能得到厚度小于 5 毫米的薄带，而在辊筒间连续浇铸机中，辊筒之间的间隙更小。

英国专利申请 GB 2198976 描述了一种不对称注入装置，可以提高浇铸的速度，因而提高辊筒间连续浇铸机的工业效率；该文件没有提及改进由此得到产品的表面质量，因而不是本发明描述的目标。

美国专利 US 5350010 力求通过细致地控制最终产品的颗粒大小来优化用于制造胶印板的金属带的表面质量，该专利提出遵守一定的金属成分并控制连续浇铸下游的某些工艺参数，如降低通过冷轧的速

度。由于知道后面进行的冷轧作业时，毛坯带表面的缺陷一般不出现，根据本申请人的意见，这种方法不解决缺陷来源的问题，而是力图只是减少缺陷在最终产品上的结果。

专利申请 EP 0821074 根据一种类似的技术方法也提出了一种辊筒间连续浇铸带的变形方法，可以制造胶印板。

本专利的申请人认为，这些方法的任何一个都不能直接通过辊筒间连续浇铸、然后是一次或几次冷轧得到满足于很高光学和视觉均匀度要求的表面。

### 本发明目的

本发明的目的是通过辊筒间连续浇铸得到至少一个表面具有高均匀度的铝合金带，可以用于某些目前没有对这些带开放的应用。需要指出的是，这些应用的多数只是强制性地要求两个面中的一个表面状态非常均匀。因此用本发明的特殊方法只改善两个面中一个面的表面状态并无大碍。

根据本发明用两个辊筒间连续浇铸得到的金属带厚度小于 12 毫米，最好小于 5 毫米，这种带的上表面的表面状态的特征用三个不同的制造阶段来说明，相当于加工程度不同的三类工业产品，这些产品在经过特殊准备的样品上有暴露表面缺陷的典型工业表面处理：

a) 在用硫的阳极处理产生厚度为 1 微米的阳极氧化层后，毛坯带的上表面(除了肉眼可见的偶然机械划痕外)光学粗糙度指数  $S_N$  在每个剖面上的平均变化小于 20%，并且差： $\Delta S_N = S_{N_{最大}} - S_{N_{最小}}$  小于 20， $S_N$  的测量在纵向三个 5 厘米长的剖面 and 横向三个 5 厘米长的剖面上进行，每个剖面上的平均变化通过比值  $(S_{N_{最大}} - S_{N_{最小}}) / S_{N_{中间}}$  确定。

b) 冷轧到 4-0.1 毫米的厚度，最好为 2-0.1 毫米后，带的下表面的光学粗糙度指数  $S_N$  在每个剖面的平均变化小于 20%，并且  $\Delta S_N$  小于 12， $S_N$  的测量在同样条件下进行，样品经过 10 微米的碱性清洗处理，然后通过硫酸阳极处理产生厚度为 1 微米的阳极氧化层。

c) 金属带经过初次冷轧，随后是粗糙度  $R_a < 0.2$  微米的精轧，然

后用硫酸阳极处理形成 1 微米厚的阳极氧化层和电解质抛光，带的得上表面的光学粗糙度指数  $S_N$  的每个剖面的粗糙度平均变化小于 20%，并且  $\Delta S_N$  小于 3.5，甚至 0.5。

根据本发明制造的金属带还具有一种表面均匀度，例如用下面描述的光学扫描仪为基础的技术测量的二维粗糙度幅度分布的不对称值（参数 SK 或 skewness），该值位于 -0.2 到 +0.3 之间，最好在 -0.1 到 +0.2 之间。根据一种下面描述的技术用与轧制方向平行的机械测厚仪确定的三维粗糙度（参数  $E_k$ ）小于 15，最好小于 8。

本发明还有一个目的是通过两个冷却辊筒之间的连续浇铸制造铝合金带的方法，该方法从一个与注入器连接的液体金属浇铸槽开始，注入器包括一个上唇和一个下唇，把液体金属引到两个辊筒之间的间隙中，在该间隙中，注入器的上唇比下唇至少向后缩 2 毫米，最好后缩 5 毫米。

从浇铸的中间面测量的液体金属在浇铸槽中的高度保持小于 30 毫米，最好小于 25 毫米。

### 附图说明

图 1 为沿一个与本发明的辊筒间连续浇铸机的辊筒轴垂直的平面的垂直剖面图。

图 2 表示根据本发明例 1 制造的金属带的沿一个测量剖面纪录的光学粗糙度指数  $S_N$ 。

图 3 表示根据例 1 现有技术制造的金属带的沿一个测量剖面纪录的光学粗糙度指数  $S_N$ 。

### 本发明的描述

带的上表面的表面均匀度从两个不同的方面进行评价：存在粗糙度缺陷（与纵向平行的机械划痕）和存在灰色程度的振荡（与纵向垂直的条纹）。

为了说明灰色振荡的特点，本申请人使用了三种不同的补充技

术:

用 RODENSTOCK 公司的 RM 400 表面光学测量系统测量了光学粗糙度指数  $S_N$ 。对于 5 到 2000 纳米之间的表面粗糙度, 该仪器定义并测量的  $S_N$  在 4 到 100 之间。该仪器的基础是光线被一个粗糙表面散射的原理。要评价的表面接收一束红外光, 红外光的一部分被重新散射, 散射光的角度分布取决于表面的形态。

通过一束直径为 0.5 毫米光扫描一些 5 厘米长的剖面连续测量的  $S_N$  指数, 在每个样品的一个直径约为 10 毫米的同一区域内沿纵向测量三个剖面, 沿横向测量三个剖面。对于每个剖面, 去掉由于肉眼可见的偶然机械划痕而产生的孤立的异常峰值, 把它们与要描述特征的小波纹区分开。

正如图 2、3 所示, 从纪录的曲线确定出  $S_N$  的最大值、最小值和平均值, 最大值和最小值之差  $\Delta S_N$ , 以及通过比值  $\Delta S_N/S_{N\text{平均}}$  定义的该指数的变化。对 3 次纵向测量和 3 次横向测量的 6 个差和变化做平均值, 就得到平均的差和变化。

表明灰度振荡的特点的另一个方法是确定参数  $L^*a^*b^*$ 。测量用 Minolta ChromaMeter CR-221 进行, 测量区域的直径为 3 毫米, 照射角为  $45^\circ$ , 观察角为  $0^\circ$ 。用一个脉冲氙灯进行照射。参照光谱为 CIE D<sub>65</sub> 光谱。根据标准 ASTM D2244-89, §6.2 计算了参数  $L^*a^*b^*$ 。通过参数  $L^*$  的平均值和该参数的均方根偏差来描述样品的特点。对于每个样品, 沿一条与振荡垂直的母线进行 20 次测量。这样有可能以单侧 0.05 的风险来区分两个测量系列, 它们的均方根偏差为 2.17。本申请人认为这个试验可以重新产生样品的目测分类, 除非振荡的间隔大大小于测量区的直径。

表明灰度振荡的第三个方法是用一个扫描仪得到灰度的图形, 然后用本领域技术人员熟知的数字方法进行二维粗糙度分析。

把一个的最小尺寸为 14 厘米×14 厘米的要分析金属板放在一个扫描板上, 金属板的尺寸最好接近 DIN A4 尺寸。在旁边平放一个经过标定的灰度网, 作为每个测量的内参照。试验用 Kodak 公司的一个

商业化参照网进行；这个网在密度为 0.00 的白色段到密度为 1.90 实际上是黑色段之间有 20 个灰色段，每个段渐进 0.1。已经证明，为了不使检测系统饱和，封闭密度为 0.0 的白色段是有用的。使用了 UMAX 型的扫描仪。该仪器可以得到 150dpi × 150dpi (每英寸的点数) 和 256 个灰度。扫描仪与一个纪录灰度的数字化图像的微型计算机连接。已经证明，首先只用标定过的网进行一次标定纪录(扫描)是很有用的，以便使处于自动状态的装置选择适当的反差。然后用样品和参照网进行数字化。在始终使用一个经过标定的参照网的条件下，本领域技术人员能够使用至少性能相差不多的其它类型的扫描仪。

借助于一种软件 (Spyglass Transform 3.02) 用人机对话的方式对要研究的区域进行了选择；消除了参照网和留下的图像的边界，一般是每个边界上的 1-3 厘米，并且如果需要，还消除显示出不代表要描述的灰度振荡的阴影或斑点周围的区域。这样得到的有用区域的最小尺寸应为 12 厘米 × 12 厘米。

然后在与轧制方向平行(即与灰度振荡垂直)的七条线上对剖面进行至少 100 毫米长的二维分析，剖面的选择在有用区域内随机进行。如果该剖面的基线显示出偏移(尤其是由于扫描仪的照明缺陷)，则需要重新调整扫描仪，使其不影响粗糙度本身。这种校正可以通过本领域技术人员所熟悉的一种称为“盒子”的方法进行，调整盒子的大小，以尽可能重新产生剖面的间隔和幅度。

然后计算本领域技术人员知道的四个粗糙度参数：平均绝对偏差  $R_a$ 、平均乘方偏差  $R_q$ 、最大粗糙度  $R_t$  和幅度分布的不对称性  $S_k$ ， $S_k$  的定义如下：

$$S_k = \frac{1}{R_q^3} \times \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} (y_i - \bar{y})^3$$

其中

$$R_q = \sqrt{\frac{1}{l_m} \int_0^x y^2 dx}$$

并且其中  $l_n$  相当于中线, 对于一个理想的高斯分布,  $S_k=0$ .

本申请人观察到, 对于表面均匀的样品,  $S_k$  值在  $-0.2$  到  $+0.3$  之间。例如, 为了能够制造光学反射器,  $S_k$  的值最好在  $-0.1$  到  $+0.2$  之间。对应于现有技术的表面不均匀的样品,  $S_k$  的值小于  $-0.4$ 。例如, 对于根据老的辊筒间连续浇铸工艺得到的 8011 合金的样品, 申请人得到的  $S_k$  值在  $-0.45$  到  $-1.38$  之间。

为了描述粗糙度缺陷的特征, 使用了一种三维机械粗糙度测量方法。把样品放在一个 TIXY 200 十字台上。用曲线半径为 5 微米的测厚仪 (Mahr Mesures 公司 FRW 750 型) 用 Mahr Mesures 公司的 Perthometer PRK 仪器进行调整。用微型计算机中的一个模拟-数字转换卡纪录数据。测量区域的尺寸为 20 毫米  $\times$  20 毫米,  $x$  和  $y$  方向的步长为 40 微米。理论深度分辨率由测厚仪的最大幅度 (100 微米) 和微处理器的特点 (16bit) 给出, 即大约 0.024 微米。三维粗糙度的计算用 Saphir 公司提供的软件根据下式进行:

$$R_a = \frac{1}{NM} \sum_i^N \sum_j^M |Z_{ij} - Z_0|$$

其中  $N$  为  $x$  方向的点数,  $M$  为  $y$  方向的点数,  $Z_0$  为观察表面的平均高度,

$$Z_0 = \frac{1}{NM} \sum_i^N \sum_j^M Z_{ij}$$

$$R_q = \sqrt{\frac{1}{NM} \sum_i^N \sum_j^M |Z_{ij} - Z_0|^2}$$

$$S_k = \frac{1}{NMR_q^3} \sum_i^N \sum_j^M |Z_{ij} - Z_0|^3$$

$$E_k = \frac{1}{NMR_q^4} \sum_i^N \sum_j^M |Z_{ij} - Z_0|^4$$

参数  $E_k$  有时在英语中称为 kurtosis, 描述分布的扁平度特征; 对于理想的高斯分布,  $E_k$  的值为 3.

对于毛坯带、只经过简单冷轧的带, 或经过冷轧然后用抛光辊筒进行精轧的带, 所有这些测量都可以在上表面, 也就是与上辊筒接触的表面进行, 出现偶然缺陷, 如搬运产生的划痕或斑点的区域除外。为了对所考虑的应用有代表性, 所有的测量都在硫酸阳极处理过的样品上进行, 处理的条件如下: 硫酸浓度 200g/l, 温度 20℃, 电压 15V. 这种处理产生厚度为 1 微米的氧化层。在这之前还可进行碱性预清洗 (例如在 60℃ 下, 在 50g/l 的 ALUMINUX 138 液中清洗 7 分钟, ALUMINUX 是一种以氢氧化钠为基础的商业产品)。

对于用老的辊筒间连续浇铸制造的金属带,  $S_N$  的平均变化大于 50%, 对于毛坯带和冷轧带也是一样。对于根据本发明制造的金属带, 各种情况下的平均变化都小于 20%。对于毛坯带,  $\Delta S_N$  小于 20; 对于厚度为 4 到 0.1 毫米并经过碱性清洗的冷轧带,  $\Delta S_N$  小于 12。对于经过叫做“上光”的最终冷轧, 也就是使粗糙度  $R_a$  小于 0.2 微米, 然后在进行 1 微米的阳极处理前进行电解质抛光的金属带,  $\Delta S_N$  小于 3.5, 甚至常常小于 0.5, .

出人意料的是, 已经证明, 对图 1 所示的浇铸机稍加修改, 就可明显改善辊筒间连续浇铸制造的金属带上表面的表面均匀度。

该机器包括一个提供液体铝合金的浇铸槽 1, 浇铸槽 1 与注入器 2 连接, 注入器由一个下唇 3 和一个上唇 4 组成, 把液体金属带到两个沿相反方向旋转的辊筒 5 和 6 之间的间隙中。带 7 从辊筒之间的间隙的另一侧出来并凝固。根据本发明所做的改进是使用一个上唇 4 比下唇 3 向后缩一个距离  $d$  的注入器。后缩距离  $d$  至少为 2 毫米, 最好至少为 5 毫米。为了避免使这个装置把大量的液体金属流送到两个辊筒之间的间隙中, 希望减小金属的静态压力, 也就是浇铸槽中从浇铸金属的中间面测量的金属高度至少为 30 毫米, 最好为 25 毫米, 后缩距离  $d$  越大, 这个高度也越大。另外, 注入器上唇的后缩可以使注

入器的定位更精确，避免偶尔摩擦辊筒表面，因而能间接改善浇铸带下表面的表面状态。本申请人用 25 毫米的下金属高度和至少 25 毫米的上唇后缩距离，最后用抛光辊筒轧制(称为“skin pass”)成功地制造出光洁的 1000 和 8000 系列合金产品，这些产品具有与已知的更昂贵的半连续浇铸和热轧展品相同的使用特性。这些产品可以用于制造折叠或冲压的平面光反射器。

本发明适用于所有可以在辊筒间连续浇铸的铝合金。例如，本申请人用某些 3000 系列的合金和某些含少量镁的 Al-Mg 合金，如 5005 得到了良好的结果。

本发明对含有 0.01-2%重量的铁和 0.1-2%硅的 1000 和 8000 系列 AlFeSi 合金特别有意义。实际上，当在辊筒间连续浇铸时，这些合金具有的机械性质显然比传统的浇铸和热轧得到的机械性质高，这就便于它们的“抛光”轧制。对这类合金，连续浇铸得到的金属带的机械强度更高的原因之一是铝中铁固溶体的量更高。对于一种含铁量高于 0.01%(100ppm)的合金，铁固溶体的量高于  $50\text{ppm}+0.03x$  (铁的含量)。对于一定的含铁量，铁固溶体含量高的另一个优点是减少了铁的金属间化合物，表面存在这种化合物是光学缺陷的一个来源。由于同样性质的原因，本发明对低镁( $\text{Mg}<1.5\%$ )合金也特别有意义。

另外，通过图像分析，在与轧制方向垂直的方向测量的表面颗粒的尺寸小于 20 微米，常常小于 15 微米，在毛坯带和冷轧带上都是这样，这就减少了某些外观缺陷，如线的排列，颗粒的尺寸定义为颗粒表面的平均宽度。根据本发明制造的金属带的这一特点还有利于以后的成型，例如冲压。

#### 例 1

制备一种 EN AW-1085 合金(根据 NF EN 573-3 标准)，成分为(重量百分比):  $\text{Si}=0.040$ ,  $\text{Fe}=0.038$ ,  $\text{Cu}=0.0017$ ,  $\text{Mn}=0.0022$ ,  $\text{Mg}=0.0032$ ,  $\text{Zn}=0.002$ ,  $\text{Ti}=0.02$ , 和 3kg/t 的钛-硼精制添加剂。金属在一个 Pechiney Rhenalu 的 Alpur 浇铸包中进行含氢处理，然后在 Pechiney

的 JUMBO 3 CM 辊筒间浇铸机上连续浇铸。

辊筒的直径为 1150 毫米，两个辊筒间的间隙为 2.3 毫米。Styrite 牌的陶瓷注入器的上唇比下唇后缩 7 毫米，并且由一个液体金属高度约为 18 毫米的浇铸槽提供液体金属。浇铸的宽度为 1370 毫米，厚度为 3.6 毫米，速度为 1.6 米/分钟，辊筒间的力为 800t/m 带宽。金属带然后冷轧到 0.4 毫米的厚度。

另外还通过通常的半连续垂直浇铸、平台热轧、然后用两种不同的冷锻率冷轧到同样的 0.4 毫米的厚度制备了成分相同的金属带。

对金属带的机械性质加以比较，即断裂强度  $R_m$  (兆帕)、弹性极限  $R_{0.2}$  (兆帕)，拉伸变形 (%) 和冷变形率  $n$  (%)。结果列于表 1，并表明对这种 1085 合金，根据本发明得到， $R_m > 165$  兆帕， $R_{0.2} > 160$  兆帕，并且  $A > 6\%$ 。

表 1

来源	$R_m$ (兆帕)	$R_{0.2}$ (兆帕)	A (%)	n
JMBO 3 CM 连续浇铸	173	167	7.7	80%
半连续浇铸	155	148	7	93%
半连续浇铸	165	158	6.2	96%

可以看出，连续浇铸同时导致更高的机械强度和更低的冷变形率，因而有利于抛光轧制，同时还导致更好的拉伸变形，使成型更加容易。

还可以看出，对于根据本发明制造的金属带，通过图像分析确定的表面颗粒的尺寸为 7 微米，而垂直半连续浇铸得到的金属带为 80 微米。

还用 Pechiney Rhenalu 的 JUMBO 3 CM 辊筒间浇铸制备了一些金属带，但是用现有技术上的唇没有后缩的注入器。这些金属带经过与根据本发明制造的金属带同样的过程，直到厚度达到 0.4 毫米。

然后，根据本发明制造的金属带和用老注入器的辊筒间连续浇铸来制造的金属带经过了两次抛光辊筒的精轧，厚度从 0.4 毫米到 0.35

毫米。在电解质抛光和 1 微米厚的硫酸阳极处理后，用 RODENSTOCK 公司的 RM 400 系统测量了金属带的光学性质。结果列于表 2。

表 2

	$S_{N \text{ 最大}}$	$S_{N \text{ 最小}}$	$S_{N \text{ 最大}} - S_{N \text{ 最小}}$	$S_{N \text{ 最大}} - S_{N \text{ 最小}} / S_{N \text{ 平均}}$
本发明的金属带	7.4	6.4	1	14%
现有技术的金属带	11	7	4	50%

金属带的粗糙度指数示于图 2、3。

### 例 2

制备了 EN AW-1070A 合金(根据 NF EN 573-3 标准): Si=0.06, Fe=0.12, Ti=0.015, 和 1.5kg/t 的钛-硼精制添加剂。金属在与例 1 一样的 Pechiney Rhenalu 的 JUMBO 3 CM 辊筒间浇铸机上连续浇铸。

注入器也是 Styrite 牌陶瓷注入器, 上唇后缩 10 毫米, 并由一个液体金属高度大约为 18 毫米的浇铸槽提供液体金属。带宽为 1370 毫米, 厚度为 3 毫米, 浇铸速度为 2 米/分钟, 辊筒间的力为每米带宽 900t。

然后, 把这样浇铸的金属带冷轧到 0.8 毫米的厚度, 然后经过抛光辊筒的两次轧制, 直到厚度为 0.5 毫米。依次对金属带取样, 首先是 3 毫米的毛坯带, 然后是冷轧后的 0.8 毫米带, 最后是“抛光”轧制后的 0.5 毫米带。

对 3 毫米的毛坯带样品进行厚度为 1 微米的硫酸阳极处理。冷轧后的 0.8 毫米带样品经过 10 微米的碱性清洗, 然后是厚度为 1 微米的硫酸阳极处理。抛光轧制后的 0.5 毫米带依次经过电解质抛光和 1 微米厚的硫酸阳极处理。

另外还用 Pechiney Rhenalu 的 JUMBO 3 CM 辊筒间连续浇铸机制备了同样成分的金属带, 但注入器为上唇没有后缩的老式注入器。金属带经过与根据本发明制造的金屬帶同样的过程, 直至厚度达到 0.5

毫米，然后与根据本发明制造的金属带一样，经过电解质抛光和 1 微米厚的硫酸阳极处理。用 RODENSTOCK 公司的 RM 400 系统测量了金属带的光学性质。结果列于表 3。

表 3

	厚度 (毫米)	$S_{N最大}$	$S_{N最小}$	$S_{N最大} - S_{N最小}$	$S_{N最大} - S_{N最小} / S_{N平均}$
本发明的阳极 处理毛坯带	3	53	44	9	19%
本发明的阳极 处理清洗轧制带	0.8	36	32	4	11%
本发明的阳极处理 “抛光”轧制带	0.5	10	8.5	1.5	17%
现有技术的阳极处理 “抛光”轧制带	0.5	19	13	6	37%

另外还在根据本发明制造的带上测出的表面颗粒尺寸为 12 微米，而同样成分、经过同样冷轧、但用传统方法(垂直半连续浇铸，然后是平台热轧)制造的金属带表面颗粒尺寸约为 70 微米。

### 例 3

通过辊筒间连续浇铸，进行了特征如下的七次不同的轧制

表 4

编号	合金	Fe 和 Si 的含量	浇铸速度	浇铸厚度
R1	8011	Fe 0.60; Si 0.75	0.96 米/分钟	7.0 毫米
R3	1050	Fe 0.20; Si 0.14		3.0 毫米
R4	1235	Fe 0.37; Si 0.14	2.5 米/分钟	2.7 毫米
R5	1085	见例 1		
R6	8011	Fe 0.70; Si 0.73	1.6 米/分钟	3.1 毫米
R7	1085	见例 1		

R5 相当于例 1, 用根据本发明的辊筒间连续浇铸的方法进行浇铸。  
R7 相当于例 1, 用现有技术和传统的注入器进行浇铸。其它浇铸用与例 1 中描述的类似的连续浇铸机进行。清洗和阳极处理后的粗轧带的光学和粗糙度特征如下:

表 5

灰度振荡特征

编号	测量 L*a*b*		
	L*平均值	L*平均值的 均方根偏差	目测分类 (1: 最好; 7: 最差)
R1	74.74	0.26	7
R2	75.47	0.31	3
R3	77.98	0.45	4
R4	79.42	0.20	2
R5	82.50	0.23	1
R6	74.54	0.46	5
R7	74.99	0.77	6

表 6

三维粗糙度检测仪检测的粗糙度缺陷的特征

编号	Ra (微米)	Rq (微米)	Sk	Ek
R1	2.622	4.401	-4.124	35.830
R3	2.111	2.745	-0.784	4.640
R4	3.158	4.060	-0.643	4.364
R5	2.905	3.661	-0.614	3.542
R6	1.759	2.316	-0.856	6.168
R7	2.681	4.033	-2.678	27.002

可以看出，平均  $L^*$  参数的均方根偏差相当于可见的反应，而 R1 除外，与一次单个测量区域的直径相比，它的灰度振荡的间距太小。在工业方面，样品 R1 和 R7 不能用于所考虑的应用，因为它们的表面在美观和光学方面都是不能接受的。

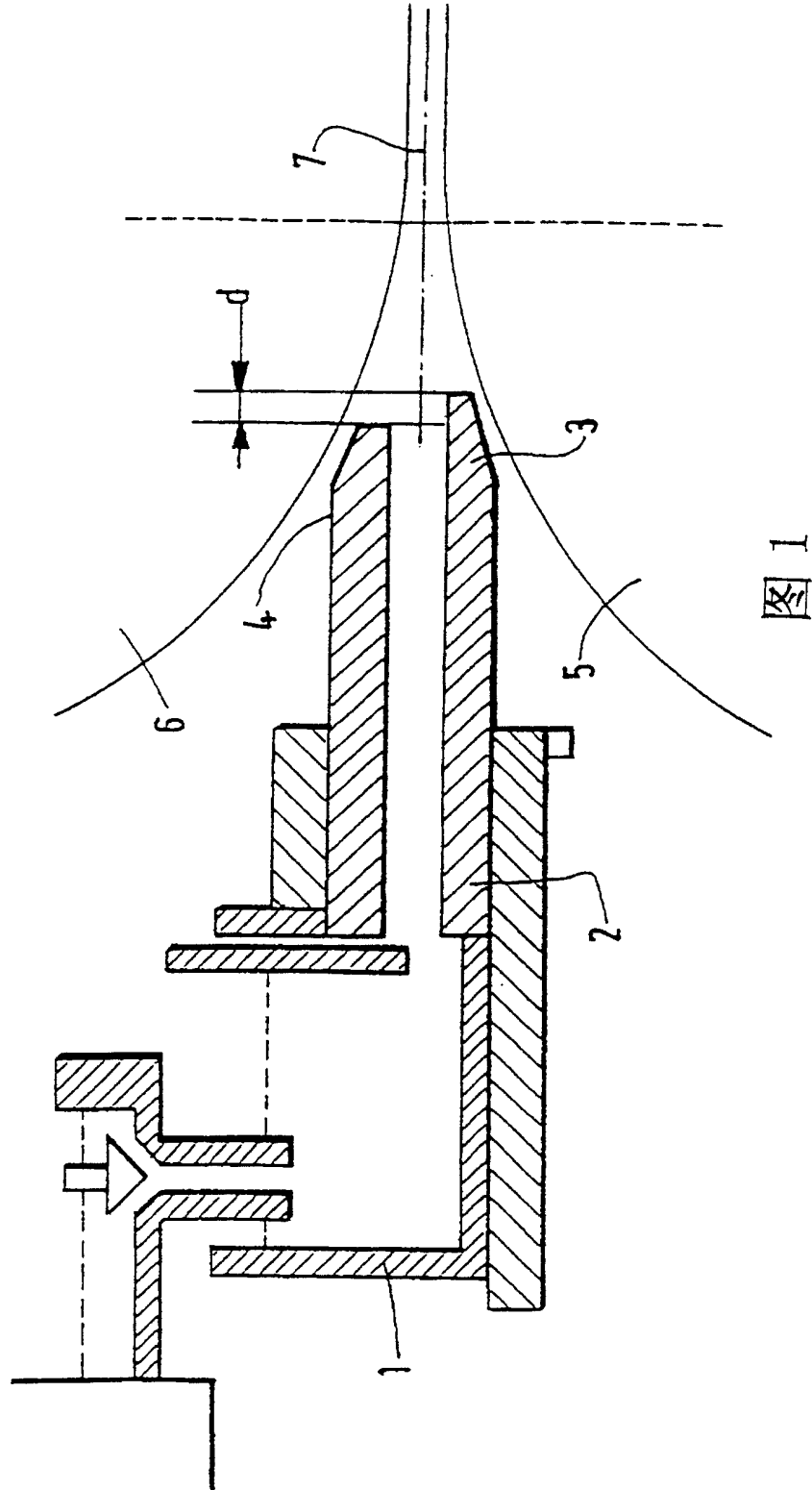
本申请人看到，在三维粗糙度测量中，只有参数 Sk 和 Ek 可以区分根据本发明制造的产品和不能用于表面状态要求高的方面的产品。

另外，本申请人还看到，为了有一个能够用于所考虑的方面的表面，必须满足下面两个条件中的一个，最好满足两个条件：

—根据所述方法测量的三维粗糙度的 Sk 值应大于 -2.0，最好大于 -1.0；

—三维粗糙度测量的 Ek 值应小于 15，最好小于 8。

本申请人观察到，除了刚才所述的一个或两个条件外，表面的  $L^*$  平均值的均方根偏差应小于 0.5，最好小于 0.3。



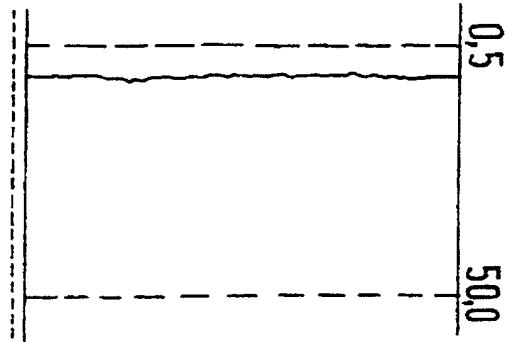


图 2

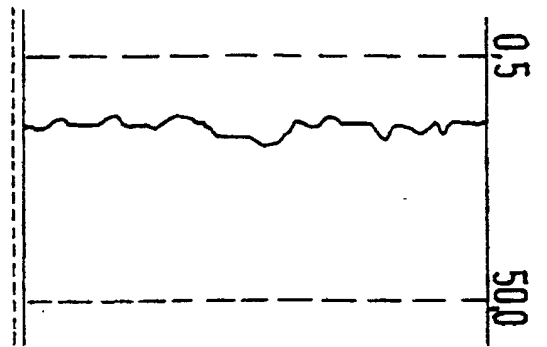


图 3