



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102259172 B

(45) 授权公告日 2013. 04. 24

(21) 申请号 201010184003. 7

US 4322600 A, 1982. 03. 30,

(22) 申请日 2010. 05. 25

审查员 李雪梅

(73) 专利权人 宝山钢铁股份有限公司

地址 201900 上海市宝山区牡丹江路 1813 号南楼

(72) 发明人 张俊宝 梁永立 张宇军 史弼

(74) 专利代理机构 上海东信专利商标事务所  
31228

代理人 杨丹莉

(51) Int. Cl.

B22D 11/06 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 2920503 Y, 2007. 07. 11,

CN 1401456 A, 2003. 03. 12,

US 4806731 A, 1989. 02. 21,

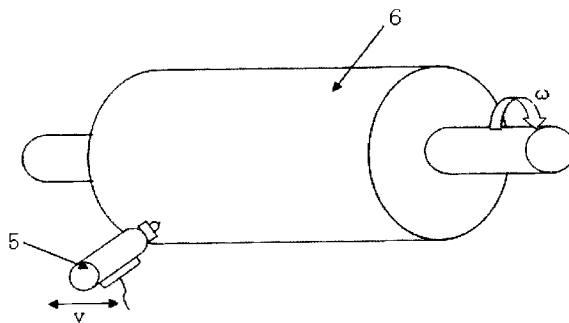
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

薄带连铸结晶辊表面毛化方法

(57) 摘要

本发明公开了一种薄带连铸结晶辊表面毛化方法:结晶辊转动时,采用一半球形或椭球锥形毛化尖贴合结晶辊表面以一定的速度  $v$  沿结晶辊轴向方向直线运动,所述毛化尖为半球形或椭球锥形,同时一高频冲击器带动与其固定连接的毛化尖沿结晶辊径向方向、以一定的冲击强度向结晶辊表面冲击,在结晶辊表面形成线形均匀排列的球冠形或圆形凹坑。该毛化方法具有很强的可控性,即通过控制高频冲击器的振荡频率和振幅,毛化尖的直线速度以及结晶辊的转速,实现毛化控制过程的量化,从而使结晶辊表面的形貌更加均匀和规则。



1. 一种薄带连铸结晶辊表面毛化方法,其特征在于:结晶辊转动时,采用一半球形毛化尖贴合结晶辊表面以速度  $v$  沿结晶辊轴向方向直线运动,同时一高频冲击器带动与其固定连接的半球形毛化尖沿结晶辊径向方向向结晶辊表面冲击,满足下述工艺条件,在结晶辊表面形成线形均匀排列的球冠形凹坑:

$$v = 3d \times \omega$$

$$4Ra \leq H \leq 6Ra$$

$$Pc = \frac{f}{\pi \times D \times \omega \times v}$$

$$\sigma = a \sigma_s$$

上式中,  $d$  为半球形毛化尖的半球尖端直径,其范围为 100 ~ 300 微米;  $\omega$  为结晶辊的转速;  $Ra$  为结晶辊表面粗糙度;  $H$  为高频冲击器的振幅,其范围为 10 ~ 50 微米;  $Pc$  表示峰值密度;  $f$  为高频冲击器的振荡频率,其范围为 20000 ~ 30000Hz;  $D$  为结晶辊的直径;  $\sigma$  为毛化尖的冲击强度;  $a$  为系数,取值范围为 0.8 ~ 0.9;  $\sigma_s$  为结晶辊表面材料的断裂强度。

2. 如权利要求 1 所述的薄带连铸结晶辊表面毛化方法,其特征在于:所述毛化尖由硬度大于被加工金属的硬质材料制成。

3. 一种薄带连铸结晶辊表面毛化方法,其特征在于:结晶辊转动时,采用一椭球锥形毛化尖贴合结晶辊表面以速度  $v$  沿结晶辊轴向方向直线运动,同时一高频冲击器带动与其固定连接的椭球锥形毛化尖沿结晶辊径向方向向结晶辊表面冲击,满足下述工艺条件,在结晶辊表面形成线形均匀排列的圆形凹坑:

$$v = 5r \times \omega$$

$$5Ra \leq H \leq 7Ra$$

$$Pc = \frac{f}{\pi \times D \times \omega \times v}$$

$$\sigma = a \sigma_s$$

上式中,  $r$  为椭球锥形毛化尖的尖端曲率,其范围为 150 ~ 250 微米;  $\omega$  为结晶辊的转速;  $Ra$  为结晶辊表面粗糙度;  $H$  为高频冲击器的振幅,其范围为 10 ~ 50 微米;  $Pc$  表示峰值密度;  $f$  为高频冲击器的振荡频率,其范围为 20000 ~ 30000Hz;  $D$  为结晶辊的直径;  $\sigma$  为毛化尖的冲击强度;  $a$  为系数,取值范围为 0.8 ~ 0.9;  $\sigma_s$  为结晶辊表面材料的断裂强度;

所述椭球锥形毛化尖的椎体长度为 100 ~ 500 微米。

4. 如权利要求 3 所述的薄带连铸结晶辊表面毛化方法,其特征在于:所述毛化尖由硬度大于被加工金属的硬质材料制成。

## 薄带连铸结晶辊表面毛化方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及带钢铸造方法,尤其涉及薄带钢铸造过程中使用的结晶辊表面处理方法。

### 背景技术

[0002] 薄带连铸技术是将液态钢水通过一对反向旋转的结晶辊直接冷凝成薄板带的工艺技术。在这一技术中,起关键作用的是薄带连铸结晶辊,该结晶辊表面与钢水直接接触,其表面的纹理形貌直接影响薄带连铸的浇铸工艺和带钢的质量,因此是薄带连铸的关键技术之一。而薄带连铸结晶辊的纹理依靠毛化方法实现。辊件的毛化技术依据加工原理可分成三大类:一种是物理加工方法,包括喷丸毛化技术(SBT);一种是熔化、汽化加工方法,包括电火花毛化技术(EDT)、激光毛化技术(LT)及电子束毛化技术(EBT);另一种是电化学加工方法,包括 Pretex 毛化技术和喷墨毛化技术(IJT)。

[0003] 喷丸毛化方法是传统的毛化方法,其利用高速旋转的离心轮将具有尖锐边缘、高硬度的冲击材料,例如钢丸,加速喷向欲毛化的轧辊,速度约 80m/s,在轧辊表面“切割”下细小的金属微粒。喷丸毛化(SBT)工艺的根本性缺陷在于其毛化过程及结果均是随机且不均匀的、其毛化过程不可控,难再现。

[0004] 电火花毛化技术的工作原理及毛化方法是将轧辊和电极浸没在绝缘的工作液中,在轧辊和电极上施加一定幅值和频率的脉冲电压,该脉冲电压使极间介质电离、击穿,形成放电通道,在通道内正极和负极的表面分别成为瞬时热源,进而形成约 20000℃的瞬时高温,使金属材料熔化、汽化。通过这种方法在轧辊表面就形成了一系列的电蚀坑。采用电火花毛化后的轧辊表面往往因形成白层而硬度降低,且电火花毛化设备的投资和运行成本相对较高,工作效率不高,并且还存在着污染问题。

[0005] 激光毛化是采用高能量脉冲激光束作用于轧辊表面,使之加热、熔化并部分汽化。使熔池金属向四周堆起,同时在中间产生凹坑。但是激光毛化技术存在以下不足之处,效率较低,毛化成本高。激光毛化冷轧钢板的凹坑排列过于整齐和具有规则,在喷漆后往往还能隐约看到凹坑所形成的螺旋纹路,影响了喷漆后板材的美观性。

[0006] 电子束毛化方法是轧辊在真空室内旋转并沿轴向移动,轧辊在轴向往复移动过程中经过固定的电子枪,当经过电子枪时,高能电子束投射在轧辊表面,以热的形式释放出能量,在足够高的温度下与电子束相遇的那部分轧辊表面材料便熔化并部分蒸发,从而形成凹坑。但是这种电子束毛化的设备十分昂贵,且工艺需要在真空中才可实现,高成本和高要求的工作环境限制了这种方法的推广和实际应用。

[0007] Pretex 毛化方法本质上是一种电化学沉积的过程。当轧辊浸在含铬的电解液中后,向电解液中通以直流电,就会在轧辊表面形成微小的铬球面涂层,达到毛化轧辊表面的目的。这种毛化方法的加工效率不高,且由于发生电化学反应,易产生大量的有毒性化学废物,造成严重的环境污染。

[0008] 喷墨毛化方法是将喷墨打印技术与电化学加工相结合而成的一种轧辊毛化方法,

首先在计算机程序中设定好欲达到的毛化参数值,驱动打印头将光致抗蚀剂打印在轧辊表面,这样在轧辊表面形成一系列的光致抗蚀剂小点,然后利用与打印头并列的腐蚀头对轧辊进行电化学腐蚀,从而形成轧辊表面毛化形貌。这种毛化方法的缺点也是效率低下。

### 发明内容

[0009] 本发明的目的是提供一种薄带连铸结晶辊表面毛化方法,该毛化方法的可控性强,同时通过该毛化方法得到的结晶辊表面纹理精确、均匀。

[0010] 本发明的发明构思是:采用特定频率的高频微区冲击器,以及特殊形状的毛化头对结晶辊的表面进行一定冲击强度的微区高强振荡式冲击,从而在结晶辊表面形成特殊的毛化凹坑形貌,所形成的毛化凹坑线性规则排列,从而达到薄带连铸结晶辊表面毛化的效果。

[0011] 根据本发明的上述目的,提出一种薄带连铸结晶辊表面毛化方法:结晶辊转动时,采用一毛化尖贴合结晶辊表面以速度  $v$  沿结晶辊轴向方向直线运动,所述毛化尖为半球形或椭球锥形,同时一高频冲击器带动与其固定连接的毛化尖沿结晶辊径向方向向结晶辊表面冲击,在结晶辊表面形成线形均匀排列的凹坑。

[0012] 其中,当毛化尖为半球形时,需要满足下述工艺条件,并且经过毛化的结晶辊表面凹坑为球冠形:

$$[0013] \quad v = 3d \times \omega$$

$$[0014] \quad 4Ra \leq H \leq 6Ra$$

$$[0015] \quad Pc = \frac{f}{\pi \times D \times \omega \times v}$$

$$[0016] \quad \sigma = a \sigma_s$$

[0017] 上式中,  $d$  为半球形毛化尖的半球尖端直径,其范围为 100 ~ 300 微米;  $\omega$  为结晶辊的转速;  $Ra$  为结晶辊表面粗糙度;  $H$  为高频冲击器的振幅,其范围为 10 ~ 50 微米;  $Pc$  表示峰值密度;  $f$  为高频冲击器的振荡频率,其范围为 20000 ~ 30000Hz;  $D$  为结晶辊的直径;  $\sigma$  为毛化尖的冲击强度;  $a$  为系数,取值范围为 0.8 ~ 0.9;  $\sigma_s$  为结晶辊表面材料的断裂强度。

[0018] 其中,当毛化尖为椭球锥形时,其椎体长度为 100 ~ 500 微米,同时需要满足下述工艺条件在结晶辊表面形成圆形凹坑:

$$[0019] \quad v = 5r \times \omega$$

$$[0020] \quad 5Ra \leq H \leq 7Ra$$

$$[0021] \quad Pc = \frac{f}{\pi \times D \times \omega \times v}$$

$$[0022] \quad \sigma = a \sigma_s$$

[0023] 上式中,  $r$  为椭球锥形毛化尖的尖端曲率,其范围为 150 ~ 250 微米;  $\omega$  为结晶辊的转速;  $Ra$  为结晶辊表明粗糙度;  $H$  为高频冲击器的振幅,其范围为 10 ~ 50 微米;  $Pc$  表示峰值密度;  $f$  为高频冲击器的振荡频率,其范围为 20000 ~ 30000Hz;  $D$  为结晶辊的直径;  $\sigma$  为毛化尖的冲击强度;  $a$  为系数,取值范围为 0.8 ~ 0.9;  $\sigma_s$  为结晶辊表面材料的断裂强度。

[0024] 本发明中的毛化尖由硬度大于金属的硬质材料制成。

[0025] 本发明由于采用了以上技术方案,使之与现有技术相比,其具有很强的可控性,即通过控制高频冲击器的振荡频率和振幅,毛化尖的直线速度以及结晶辊的转速,实现毛化控制过程的量化,从而使结晶辊表面的形貌更加均匀和规则。

### 附图说明

[0026] 图 1 是本发明中半球形毛化尖与其连接件的连接关系图。

[0027] 图 2 是本发明中椭球锥形毛化尖与其连接件的连接关系图。

[0028] 图 3 是本发明中的毛化装置对结晶辊表面进行毛化的工作状态示意图。

[0029] 图 4 是本发明实施例 1 中毛化处理后的结晶辊表面形貌示意图。

[0030] 图 5 是本发明实施例 2 中毛化处理后的结晶辊表面形貌示意图。

### 具体实施方式

[0031] 实施例 1-6

[0032] 本发明实施例 1-6 中的半球形或椭球锥形毛化尖与通过如图 1 和图 2 所示的连接件与高频冲击器连接。图 1 中,半球形毛化尖 4 与固定杆 3 固定连接,固定杆 3 通过锁紧帽 2 与连接杆 1 的一端连接,连接杆 1 的另一端用于与高频冲击器连接。此外,毛化尖还可以是如图 2 所示的椭球锥形毛化尖 4'。

[0033] 如图 3 所示,在毛化过程中,毛化尖一边紧贴结晶辊 6 的表面,同与其连接的高频冲击器 5 一起在结晶辊 6 的表面沿其轴向方向做速度为  $v$  的直线运动,另一边在高频冲击器 5 的带动下沿结晶辊 6 的轴向方向向结晶辊 6 的镀镍层表面进行冲击,在该冲击过程中结晶辊 6 以转速  $\omega$  转动。

[0034] 本发明实施例 1-6 的具体工艺参数参见表 1:

[0035] 表 1

[0036]

	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5	实施例 6
毛化尖形状	半球形,半球尖端直径 $300\ \mu\text{m}$	半球形,半球尖端直径 $300\ \mu\text{m}$	半球形,半球尖端直径 $100\ \mu\text{m}$	椭球锥形,尖端曲率 $150\ \mu\text{m}$	椭球锥形,尖端曲率 $250\ \mu\text{m}$	椭球锥形,尖端曲率 $150\ \mu\text{m}$
毛化尖材料	碳化钨	碳化钨	碳化钨	蓝宝石	蓝宝石	蓝宝石
结晶辊直	300	300	200	300	300	200

[0037]

径 D(mm)						
高频冲击 器振荡频 率 f(Hz)	20000	30000	25000	20000	30000	25000
高频冲击 器振幅 H ( $\mu\text{m}$ )	26	50	45	22	50	45
结晶辊转 速 (r/min)	100	100	150	100	100	150
毛化尖线 速度 v (mm/s)	1413	1415	314	706	1175	470
冲击强度 $\sigma$	356	388	246	411	425	256
表面纹理	凹坑形貌 均匀规则	凹坑形貌 均匀规则	凹坑形貌 均匀规则	凹坑形貌 均匀规则	凹坑形貌 均匀规则	凹坑形貌 均匀规则
结晶辊表 面粗糙度 Ra( $\mu\text{m}$ )	5.45	14.12	9.46	4.92	11.64	9.86
Pc 值	98.8	132.0	146.8	128.0	82.6	84.6

[0038] 由图 4 和图 5 可以看出,采用本发明所述的毛化方法对结晶辊表面进行毛化,得到的结晶辊表面纹理形貌排列均匀规则。

[0039] 要注意的是,以上列举的仅为本发明的具体实施例,显然本发明不限于以上实施例,随之有着许多的类似变化。本领域的技术人员如果从本发明公开的内容直接导出或联想到的所有变形,均应属于本发明的保护范围。

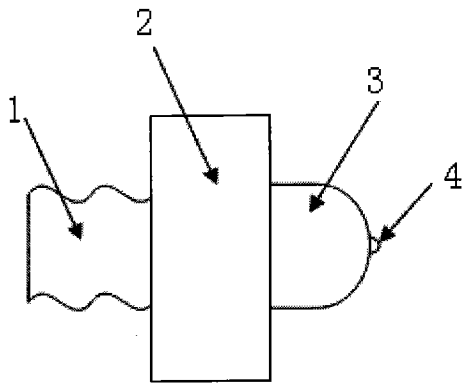


图 1

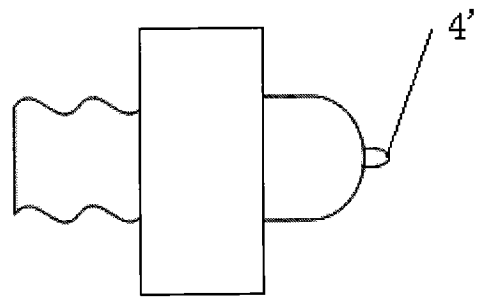


图 2

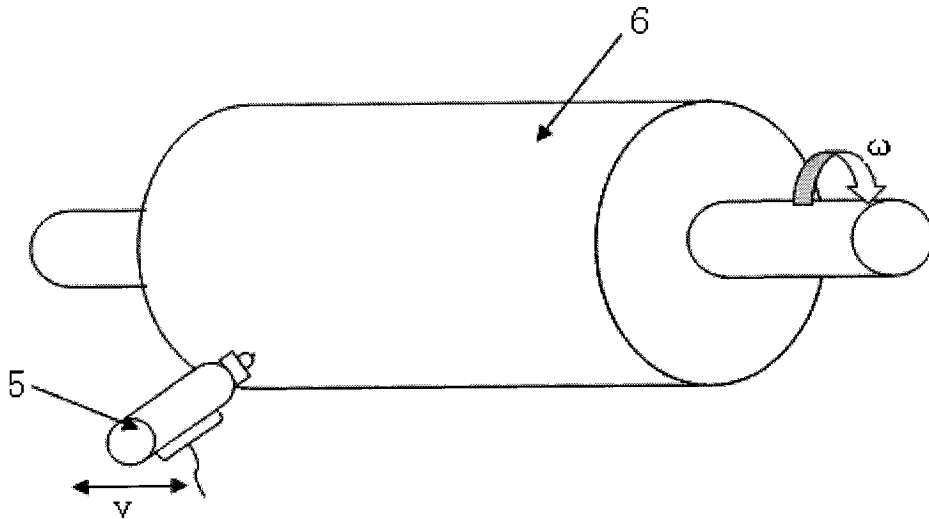


图 3

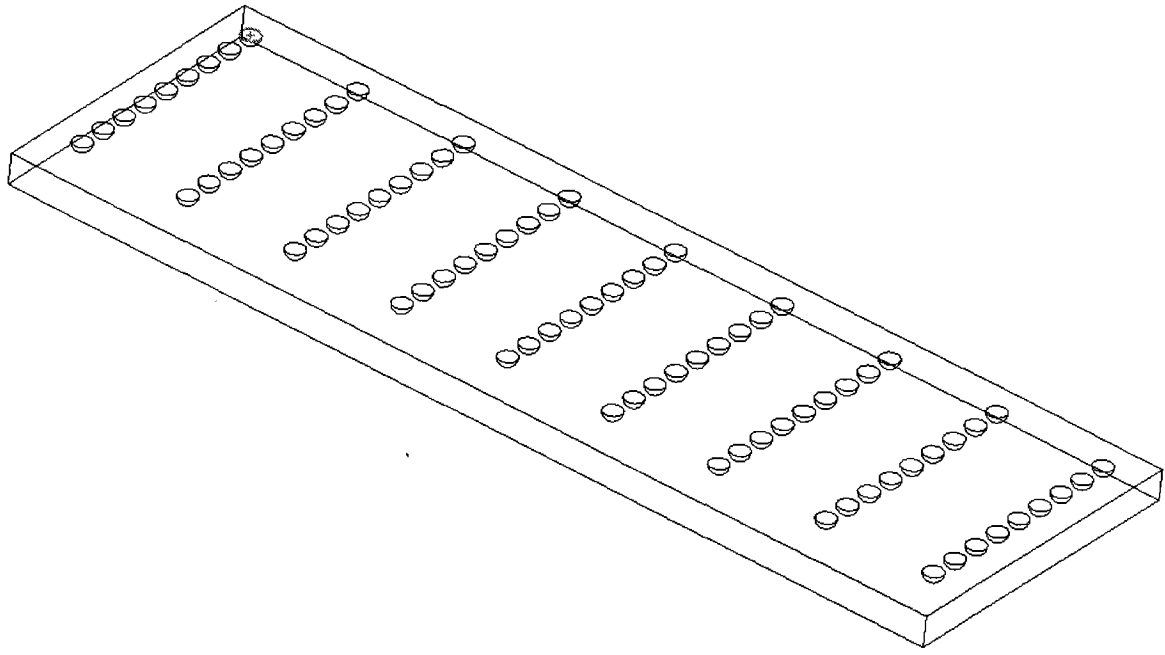


图 4

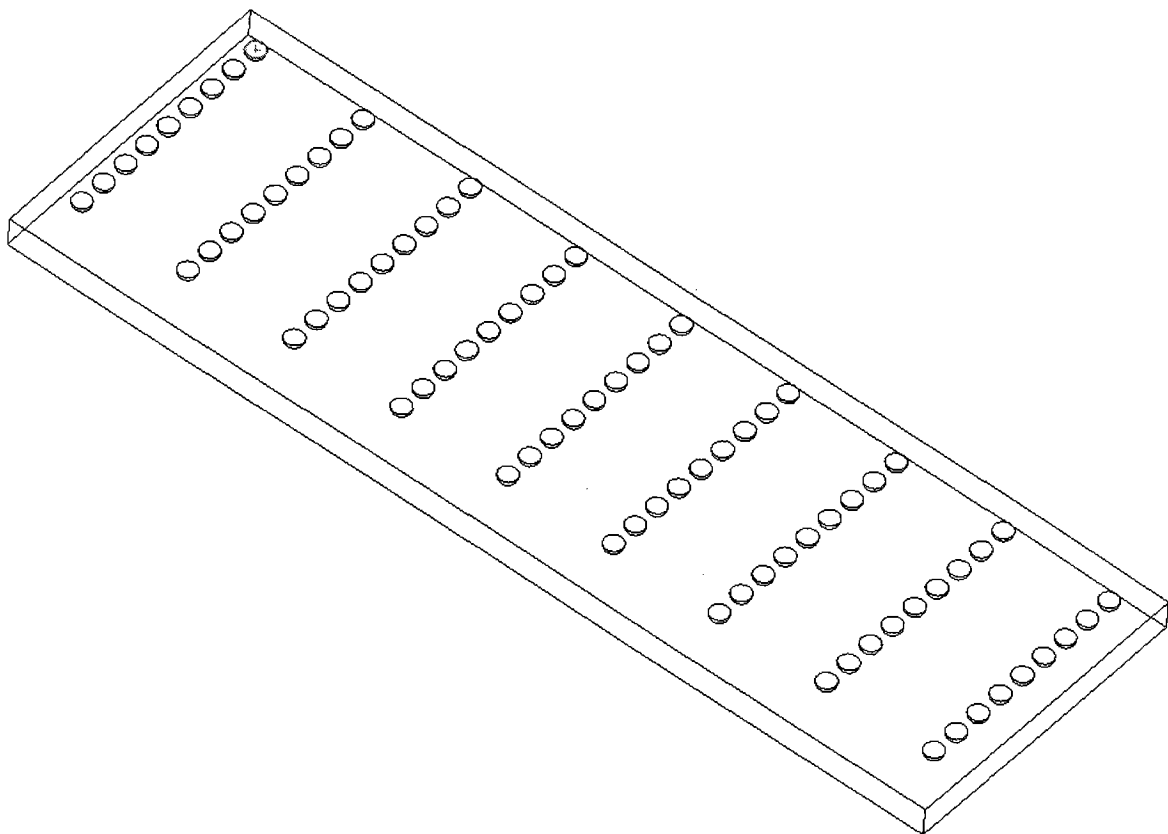


图 5