

的特性,即表现为 $Cl_{2p_{3/2}}$ 结合能不相等,这说明 $2KIO_3 \cdot HCl$ 晶体中并未显示出 KCl 的结构单元特性。

$2KIO_3 \cdot HCl$ 晶体的 $I_{3d_{5/2}}$ 谱并未完全与 KIO_3 的 $I_{3d_{5/2}}$ 谱重合,这可认为是该晶体中 Cl 原子存在的反映。人们知道,在碱金属碘酸盐的晶体结构中,总存在 $I-O$ 四面体单元,其中

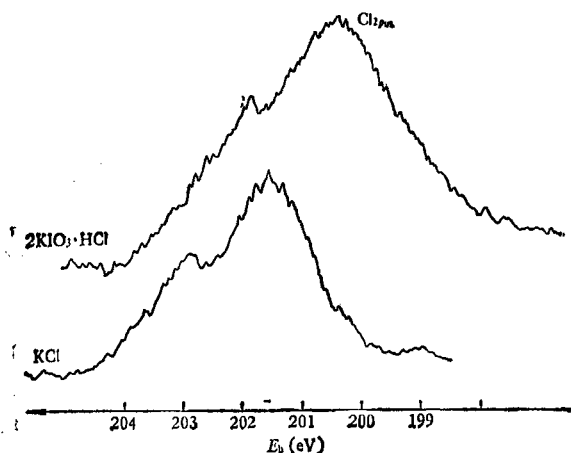


图3 $2KIO_3 \cdot HCl$ 晶体及其标样 KCl 晶体的 Cl_{2p} 光电子峰

I 原子有一未成键电子对,这可给出其电子以形成配位键。由 XPS 测试数据,可认为在 $2KIO_3 \cdot HCl$ 晶体中, I 原子孤对电子部分地转移给与 Cl 原子,从而导致该晶体的 $Cl_{2p_{3/2}}$ 结合能较 KCl 中的 $Cl_{2p_{3/2}}$ 低这一反常情况,而其

$I_{3d_{5/2}}$ 结合能又较 KIO_3 的 $I_{3d_{5/2}}$ 结合能略高。必须指出,这里只是 $I-O$ 四面体中 I 原子孤对电子的部分转移,并未影响晶体中原子的晶格配位环境,所以 $2KIO_3 \cdot HCl$ 晶体也未能显示出 HIO_3 结构单元的特性。

我们的实验:(1)提供了 $2KIO_3 \cdot HCl$ 晶体及其标样 KIO_3 , HIO_3 和 KCl 单晶样品的 XPS 测试数据;(2)用 XPS 方法没有发现 $2KIO_3 \cdot HCl$ 晶体中有不等同晶格位的 K 原子和 I 原子,这表现为该晶体的单一的 K_{2p} 和 I_{3d} 光电子峰;同时,通过与标样晶体样品的对比,确定该晶体的化学结构式是 $2KIO_3 \cdot HCl$,这种结构式与文献 [5] 做的失重机制研究一致。

参 考 文 献

- [1] J. G. Bergman et al., *J. Appl. Phys.*, **40-7** (1969), 2860.
- [2] F. Salje, *Z. Kristallogr.*, **134-1-2** (1971), 107-115.
- [3] В. И. Вавилин и др., *Координационная Химия*, **1-11** (1975), 1562-1568; Н. Р. Иванов, *Кристаллография*, **18-3** (1973), 631.
- [4] G. Kunzscand et al., *Acta Cryst.*, **B33**, (1977), 2795-2803.
- [5] 李永津等, *物理*, **9-4** (1980), 305.
- [6] T. A. Carlson 著,王殿勋,郁向荣译, *光电子和俄歇能谱学*. 科学出版社, (1981), (将出版).
- [7] D. Briggs, *Handbook of X-ray and Ultraviolet Photoelectron Spectroscopy*, London, Heyden and Son Ltd, (1977).

气流界面层对急冷的 $FeNiMnB$ 非晶薄带表面质量及磁性的影响

石松耀 陶志刚 华子先

(上海钢铁研究所)

1981年1月19日收到

一、引 言

单辊急冷法制取非晶薄带工艺简便,适于大量生产,依照此法,熔融金属流撞击到快速旋

转的冷辊表面,形成动态金属熔潭,非晶薄带的冷速、几何形状和表面质量等,主要取决于这股熔融金属的流体动力学以及气流界面层的作用。为了避免或减少气流层的影响,曾作过阻流试验,采用局部真空,以便在熔潭附近获得较

稳定的金属流,使维持旋转冷辊周边气流界面层处于层流,而不是湍流状态。H. Liebermann^[1]从理论和实验上分析了这种影响因素,找到了不同气氛下以单辊急冷法制取光滑边缘非晶合金薄带的工艺条件。本试验于不同真空度下研究气流界面层对急冷的 $\text{Fe}_{40}\text{Ni}_{38}\text{Mn}_2\text{B}_{20}$ 非晶薄带表面质量及磁性的影响。

二、实 验

采用单辊急冷法制取非晶条带, $\phi 146\text{mm}$ 黄铜辊装在真空腔体内,石英管喷嘴 $\phi 0.5\text{mm}$, 装入 10g 试料,固定冷辊线速度 35m/s 和熔融温度(高于合金熔点 40°C , 即 1100°C)。

1. 在不同真空度下(700, 670, 630, 600, 500, 200, 20mmHg), 感应加热熔化。条带宽 2—3mm, 厚 25—30 μm 。然后固定熔融温度(1100°C)和真空度(630mmHg)。

2. 改变冷辊线速度(38, 46, 49m/s)。取以上两类条件下直条非晶试样,长 100mm,用 GCN-2 型表面光洁度测试仪测定试样自由面和接触面表面轮廓的算术平均偏差 $R_a(\mu\text{m})$; 还采用 QTM720 自动图象分析仪观察试样表面灰度变化,并以扫描电镜观察试样表面光洁度。为了研究两类工艺条件对 $\text{Fe}_{40}\text{Ni}_{38}\text{Mn}_2\text{B}_{20}$ 非晶合金磁性的影响,在直流磁滞迴线自动记录仪上测出制备态非晶直条试样的矫顽力 H_c , 剩余磁化强度 B_r 。

三、结果及讨论

冷辊基体表面和周边气体分子之间的摩擦力形成了薄的界面层,其性质和它与金属熔潭之间的相互作用,决定了非晶薄带的边缘及表面质量。根据决定气流界面层性质的雷诺数^[2], 计算出不同真空度下的雷诺数 Re ,

$$Re = [(V, W, P)/(RT)] \cdot [\bar{M}/\eta],$$

其中 V 为气流速度,假定等于冷辊基体表面线速度, W 为熔潭宽度,近似等于带宽, T 为周边气体的温度, P 为冷辊基体周边气体的压

力, R 为理想气体常数, \bar{M} 为气体的分子重量, η 为静止气体的粘度。图 1 表示气流界面层对 $\text{Fe}_{40}\text{Ni}_{38}\text{Mn}_2\text{B}_{20}$ 非晶薄带表面质量的影响,较低真空度下(500mmHg 对应 $Re \approx 1720$),薄带接触面和自由面表面轮廓平均偏差 $R_a(\mu\text{m})$ 急剧变大,由于气体分子卷入,接触面显得粗糙,较低真空度下,紧贴辊面的气体被大量卷入,熔融金属急冷凝固时,这些气体埋入其中,形成气泡,甚至贯穿表面而成针孔。图 2 表示不同真空度下薄带接触面上受气流影响情形,试样表面粗糙度 R_a 增大,界面层与金属流之间相互作用增强, Re 大于临界值(≈ 2000),金属熔潭附近气体湍流导致薄带呈锯齿边缘,较高真空度下($> 670\text{mmHg}$ 相当图 1 中 $Re 600$),界面层气体成层流,金属熔潭稳定均匀地在冷辊表面展开,这样既改善了界面热传导效果,又能形成光滑平整的非晶薄带。急冷非晶合金内部应力很不均匀,非零磁致伸缩的 $\text{Fe}_{40}\text{Ni}_{38}\text{Mn}_2\text{B}_{20}$ 合金磁化时应力磁致伸缩导致的磁各向异性 $K_c = \frac{3}{2} \lambda_s \sigma_c$ 起主导作用(λ_s 为材料饱和磁致伸缩系数, σ_c 为材料平均内应力),加之表面粗糙不平,

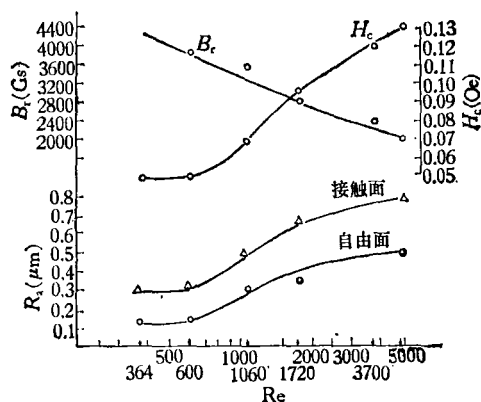


图 1 气流界面层对 $\text{Fe}_{40}\text{Ni}_{38}\text{Mn}_2\text{B}_{20}$ 非晶薄带表面质量及磁性的影响

都会影响磁畴结构。非晶试样很薄,可认为磁畴均只钉扎在表面上,矫顽力 $H_c = 4S(AK)^{\frac{1}{2}}/d \cdot M_s$, 其中 $S < 1$, 它描述试样表面粗糙度, M_s 为饱和磁化强度, A 为交换积分, K 为总的各向异性, d 为带厚。可见设法减小气流界面层的影响,使 S 降低,避免杂散磁场的影响,则

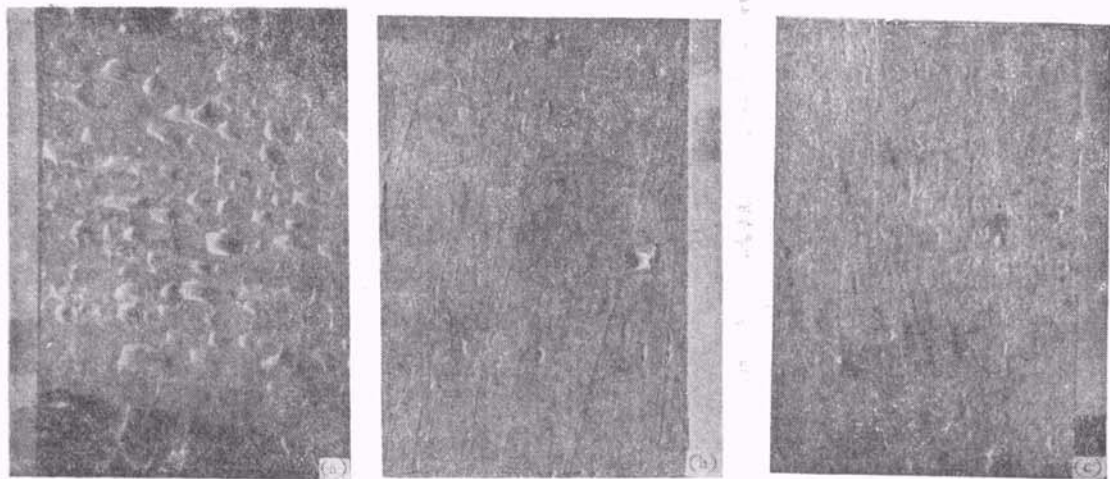


图2 不同真空度下薄带接触面上受气流的影响
(a) 20mmHg; (b) 500mmHg; (c) 700mmHg

H_c 将会明显减小。当然,这种光滑表面试样的 B_r 值也高。当其它工艺条件一定时,冷辊线速度对气流界面层性质及非晶薄带表面质量都有影响,紧贴冷辊表面的气流,由于流体的脉动为冷辊表面所限制,没有能力破坏粘性约束,所以流体成层流运动,根据理论和实验分析,近似地估计附面层的厚度^[2],对层流附面层: $\delta = 5.83x \sqrt{1/Re}$, δ 为附面层厚度, x 为流体沿 x 轴方向的流动长度,近似于接触弧长, Re 为雷诺系数,则可得出不同气体流速下所对应的层流附面层,如图3所示。随线速度增大,附面层厚度减小,在以传导传热为主的单辊急冷法中,界面的传热效果、主要决定于金属辊材质和界面层气体的热传导,而空气的导热率比铜约低

6000倍,所以 δ 减小。接触热阻减低热传导效果增强,非晶薄带的冷速提高。另外,图3中还示出冷辊线速度对 $Fe_{40}Ni_{38}Mn_2B_{20}$ 非晶合金磁性的影响,可以看出,随线速度增加, H_c 增大,带厚减小而 B_r/B_1 增大,说明急冷试样单位长度质量减少,熔融金属与冷辊表面之间因附面层减小而改善了浸润性,结果薄带的冷速增大,试样中更大的内应力使 H_c 增高,这与文献[3]不一致,但却与文献[4]在高速区(31—48.4m/s)的变化趋势相同,估计是由于前者的线速度较低的缘故。

四、结束语

单辊急冷法制取非晶薄带中,冷辊周边气流影响表面质量,降低软磁性,只需不太高的真空度(630mmHg或以上)就可避免气流影响,明显改善非晶薄带的质量。目前采用牵引技术亦能有效地减低气流的不良影响。

参考文献

- [1] H. H. Liebermann, Rapidly Quenched Metals III Vol. 1, Ed. B. Cantor, 1978, The Metals Society, 34.
- [2] 钟声玉、王克光,流体力学和热工理论基础,机械工业出版社,(1979), 112.
- [3] S. Takayama, *J. Appl. Phys.*, **50-3** (1979), 1595.
- [4] L. Novák, *J. Magn. Magn. Mater.*, **19-1-3**(1980), 149.

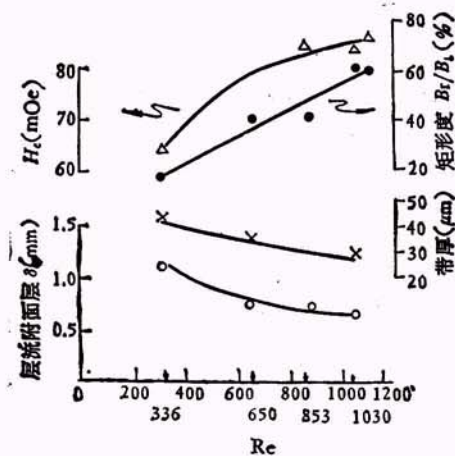


图3 冷辊线速度对层流附面层 δ 及磁性的影响