分散剂对复合刷镀 Ni-纳米 SiC 沉积行为影响的研究

张玉峰,吴晓明,凌锋
(武汉军械士官学校自行火炮系,湖北 武汉 430075)

[摘 要] 为了解 Ni-纳米 SiC 体系的刷镀特性,针对 Ni 刷镀液、纳米 SiC 和分散剂组成的刷镀液体系的沉降过程进行了研究。试验表明:当分散剂浓度大于 2.5% 时,可以充分分散纳米 SiC 颗粒,在沉降过程中,不易形成大的颗粒聚集体,颗粒的最终沉积密度增大,沉降粉体体积减小;在同样条件下,随着环境温度的升高,造成连续相黏度下降及扩散速度加快,使沉降速度升高;镀液中纳米 SiC 含量≤3g/L 时,在分散剂作用下纳米 SiC 分布均匀稳定,沉积速度减慢。

[关键词] 纳米 SiC;分散剂;沉积速度;稳定性
[中图分类号]TQ153 [文献标识码]A [文章编号]1001 - 3660(2008)03 - 0044 - 02

Research of Effect of Dispersant on Depositing Behavior of Ni-(Nano)SiC Composite Brush-Plating

ZHANG Yu-feng, WU Xiao-ming, LING feng
(Department of Self-propelled Artillery, Wuhan Ordnance Non-commissioned Officer Academy of PLA, Wuhan 430075, China)

[**Abstract**] In order to know the brush-plating characteristic of Ni-(nano)SiC system, the sedimentation process of brush-plating solution system containing: Ni solution, (nano)SiC and dispersant was studied. Test results show that when the concentration of dispersant is above 2.5%, it can fully disperse the SiC particles, and in the process, it is not likely to form large congregating grains, so the final deposit density is large, at the same time the volume of precipitated dust particles are small; in the same condition, when temperature goes up, it causes the continuous relative viscosity goes down and fasten the pervasion and deposition speed; when the content of (nano)SiC in brush-plating solution is less than 3g/L, the SiC distribution tends to be stable with the effect of dispersant, and the deposit speed slows down.

[**Key words**] Nano SiC; Dispersant; Deposit speed; Stability

0 引 言

Ni-纳米 SiC 复合刷镀液的分散稳定性对其刷镀工艺、储存及刷镀层性质都有很大的影响,纳米 SiC 微粒在体系中的沉降速度是影响稳定性的重要因素[1],可以采用沉降试验获得 Ni-纳米 SiC 复合刷镀液的沉降过程,以评价镀液的分散稳定性。沉降试验有多种方法,可以通过在容器中加入初始悬浮液,观察沉积物与上层清液之间的界面随时间的变化过程,作出沉降曲线,并且可以计算出沉降速度,该法简单易行,可以同时进行多个样品的沉降过程,读数简单,容易获得数据,适合于长时间的沉降过程[2]。本文以 Ni 刷镀液,纳米 SiC 和分散剂组成的 Ni-纳米 SiC 体系为考察对象,采用该法研究其沉降过程。

1 测量过程

分散体系为 Ni 刷镀液,其化学组成(镀液为分析纯试剂与蒸馏水配制):$NiSO_4 \cdot 6H_2O$(硫酸镍)234g/L;$NiCl_2O \cdot 6H_2O$(氯化镍)45g/L;H_3PO_3(亚磷酸)50 ~ 60mL/L;添加剂适量,pH 值取 4.5。

纳米 SiC 微粒的物理形态为:直径≤50nm,均匀分散状态,镀前经丙酮清洗,再用热的稀硝酸浸泡 2h 后,用蒸馏水清洗至中性。

称取 4g 纳米 SiC 粉体润湿,放入 500mL 烧杯中,加入 Ni 刷镀液作为分散介质,用移液管移入适量分散剂,混合后用 GFJ20.4 高速分散机搅拌 5min,移入 25mL 刻度试管中摇匀,放入指定温度环境中,每隔一段时间记录沉积粉体体积。为了考察分散剂浓度、纳米 SiC 浓度以及温度对刷镀液沉降的影响,在不同条件下测定各样品的沉降过程,根据样品的沉降曲线,可以得出最终沉降比,并计算出沉降速度。

2 结果与讨论

2.1 典型沉降过程曲线分析

刷镀液的沉降过程一般由加速运动、匀速运动和减速运动三阶段组成,在分散剂含量 2.5g/L,温度 25℃时,体系的典型沉降过程见图 1。

由于初期的加速运动阶段时间间隔很短,没有在图中体现出来,仅可看出第 2 和第 3 两个阶段的沉降过程。当沉降过程大于

[收稿日期]2008 - 03 - 10
[作者简介]张玉峰(1959 -),男,河北乐亭人,副教授,本科,从事军械装备维修研究工作。

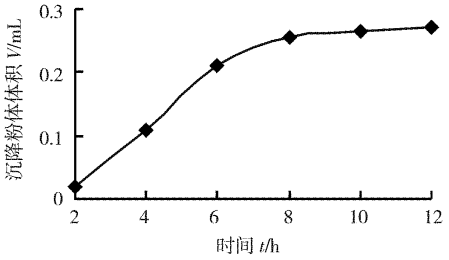


图 1　体系的典型沉降过程

Figure 1 Classical deposit process of the system

2h 时为第 2 阶段，表现为匀速沉降过程，在此阶段，颗粒的粒径较大，颗粒表现出整体的匀速沉降，直到颗粒之间的碰撞开始阻止向下的沉降趋势。当沉降过程大于 6h 时为第 3 阶段，颗粒仍旧表现出缓慢下降的趋势，但沉降的速度远小于第 2 阶段，12h 后样品的界面高度不再变化时，沉降结束，达到最终沉降体积。

根据图 1 沉降曲线的特点可知，开始时刷镀液为均匀的两相混和物，因为发生沉淀，清液就开始出现在试管的上部，并且密实的沉积物沉降到试管的底部。在清液与沉积物之间，往往有浓度不均匀区存在。随着沉降的发展，浓度不均匀区与沉积物区发生缓慢的压缩，直至浓度不均匀区完全消失，沉降达到最大密度，仅剩清液区和沉积物区。

该体系中，可以认为纳米 SiC 与分散剂相互作用形成絮网结构。当混合溶液中的颗粒发生絮凝和沉降时，颗粒协同下沉，刷镀液从絮凝物中被排出，上升到表面，形成浮在表面的纯液体。絮网的层向结构不会破裂，只会在纵向压缩密集，而在容器底部形成了松散的，易于重新分散的网状结构[3]，经搅拌后它又重新形成混合溶液。

2.2　分散剂含量对沉降速度的影响

图 2 为沉淀时间 12h 体系中不同分散剂含量的沉降过程。

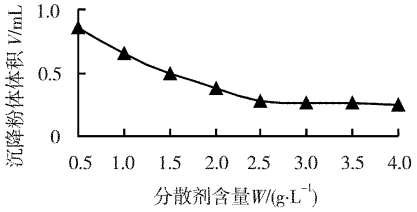


图 2　不同分散剂含量下的沉降速度

Figure 2 Deposit speed at different content of dispersant

可以看出在相同纳米 SiC 浓度体系中，随着分散剂含量的增加，最终沉降粉体体积经历迅速减小至缓慢减小的过程。这是由于当分散剂浓度较小时，分散剂不能充分分散纳米 SiC 颗粒，在沉降过程中，形成了大的松散的颗粒聚集体[4]。而当分散剂浓度大于 2.5% 时，可以充分分散纳米 SiC 颗粒，在沉降过程中，不易形成大的颗粒聚集体，颗粒的最终沉积密度增大，沉降粉体体积减小。

2.3　环境温度对沉降速度影响

分散剂含量为 2.5g/L 时，不同温度下的沉降速度见图 3。由图 3 可看出，在同样条件下，随着环境温度的升高，粉体的沉降速度增加。这是由于温度升高，造成连续相黏度下降及扩散速度加快，使沉降速度升高。

2.4　纳米 SiC 含量对沉降速度的影响

分散剂含量为 2.5g/L 时，不同纳米 SiC 含量的沉降速度见图 4。由图 4 可以看出，在纳米 SiC 复合刷镀液中，当纳米 SiC 含量较低时，颗粒之间存在较大的间隙，布朗运动对沉降速度的影响不大，在分散剂作用下，纳米 SiC 沉积速度缓慢[5]。但纳米 SiC 添加过多，则会使粒子相互碰撞，纳米 SiC 则易于在溶液内团聚，影响粒子在溶液里的驻留[6]，因而使沉积速度加快，当镀液中纳米 SiC 含量≤3g/L 时，在分散剂作用下纳米 SiC 分布均匀稳定，沉积速度缓慢。

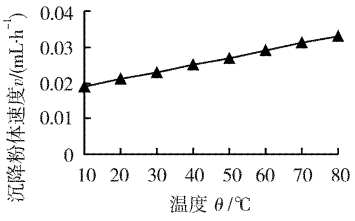


图 3　不同温度下的沉降速度

Figure 3 Deposit speed at different temperatures

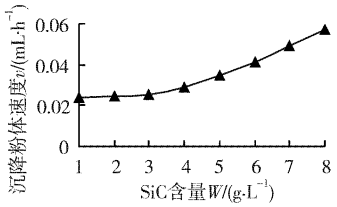


图 4　不同纳米 SiC 含量下的沉降速度

Figure 4 Deposit speed at different content of (nano) SiC

3　结　论

1）在以 Ni 刷镀液，纳米 SiC 和分散剂组成的 Ni-纳米 SiC 体系中，当分散剂浓度大于 2.5% 时，可以充分分散纳米 SiC 颗粒，在沉降过程中，不易形成大的颗粒聚集体，颗粒的最终沉积密度增大，沉降粉体体积减小，Ni-纳米 SiC 复合刷镀液的分散稳定性增加。

2）在 Ni-纳米 SiC 体系中，随着环境温度的升高，造成连续相黏度下降及扩散速度加快，使粉体的沉降速度升高，使 Ni-纳米 SiC 复合刷镀液的分散稳定性变差。

3）当纳米 SiC 含量≤3g/L 时，在分散剂作用下纳米 SiC 分布均匀稳定，沉积速度缓慢，增加了 Ni-纳米 SiC 复合刷镀液的分散稳定性。

[参 考 文 献]

[1] 崔爱莉. 超细二氧化钛粉末在水溶液中的分散[J]. 过程工程学报，2001，1(1)：99-101

[2] 王闯，李克智，李贺军. 短碳纤维在不同分散剂中的分散性[J]. 精细化工，2007，24(1)：1-5

[3] 孙静，高濂，郭景坤. 分散剂用量对几种纳米氧化锆粉体尺寸表征的影响[J]. 无机材料学报，1999，14(3)：465-468

[4] Mandich N V, Dennis J K. Code position of nano diamonds with chromium [J]. Metal Finishing, 2001, 99(6): 117-123

[5] 孙勇，薛玉军，李济顺. 电沉积耐磨减摩纳米复合镀层的研究进展[J]. 表面技术，2006，35(4)：5-8

[6] 崔玉顺，朱春霞，李根富. 化学复合镀层中固体微粒的金相分析[J]. 表面技术，1993，22 (3)：116-118