

/// 特邀专栏：高端芯片原子级磨抛技术 ///

客座主编：钱林茂 教授（西南交通大学）

客座编辑：程 洁 教授（中国矿业大学（北京））

江 亮 研究员（西南交通大学）

高 尚 教授（大连理工大学）

杨吉祥 教授（华中科技大学）

任莹晖 教授（湖南大学）

柴智敏 副教授（清华大学）

策划编辑：姚 辉（《中国表面工程》编辑部）

1 单晶金刚石表面平坦化技术的发展与挑战

杨 阔 柴智敏 戴媛静 刘宇宏 路新春

34 芯片化学机械抛光中磨料技术研究进展

马家辉 程 洁 陈金池 简雷铸

60 高端芯片用半导体基片原子级磨削技术的研究现状与发展趋势

王浩祥 康仁科 李生博 董志刚 高 尚

83 集成电路化学机械抛光终点检测技术研究进展

赵光恩 王成鑫 陈剑雄 黄煜华 黄若辰

99 砷化镓化学机械抛光中的摩擦化学去除机理研究

高 健 任兴云 梁德旭 张宏林 周怀诚 江 亮 余丙军 钱林茂

107 不同粒径氧化铈磨料对 K9 玻璃化学机械平坦化性能的影响

姜 峰 钱善华 屈克松 卞 达 倪自丰

119 氮化铝超声振动辅助纳米磨削过程中振幅和频率的微观作用机制：分子动力学研究

冯帅诚 殷佳钦 刘 阳 肖 晨 郭 剑

133 纳米级金属薄膜厚度电涡流检测方法研究

李弘恺 韩子栋 王金龙 陈明尚 张 彤

147 单晶硅原位激光辅助车削修复

杨思铄 黄惟琦 张建国 肖峻峰

157 晶圆减薄机用多孔质推力轴承静态特性研究

石明辉 张国龙 杜 鹏 陈江义 胡洪洋

171 超声辅助光催化抛光单晶碳化硅去除机理研究

田壮智 班新星 巴文兰 朱建辉 王宁昌 惠 珍 栗正新

/// 综 述 ///

182 仿生防冰涂层工程应用研究进展

唐雨婷 田 盼 汪 洋 李 生 刘家琪 刘兰轩 李冬冬 秦卫华 陈文锐

198 类金刚石薄膜的制备及摩擦学性能调控研究现状

韩冰源 许建飞 杜文博 赵泳林 崔方方 李 函 朱 胜

/// 技 术 基 础 ///

215 火焰喷涂石墨改性 CF / PEEK 复合材料涂层及其摩擦学性能

李昱鹏 解佳琦 张硕累 梁泰贺 雷明凯

226 CNTs 含量对激光熔覆耐磨抗蚀涂层的微观组织和性能影响

吴正江 李帅兵 魏小强 杜鹏程 余斯亮 刘贻欧 贺学明 庞旭明 蒲吉斌

238 超声表面滚压加工与离子渗氮复合强化对 4Cr13 不锈钢摩擦学性能的影响

骆小双 潘 邻 段海涛 涂杰松 刘 炼 詹胜鹏 贾 丹

250 壳聚糖包封管状二氧化硅的 pH 响应型自修复涂层

石 浩 张培琦 褚贵文 张建凯 宋立英 蒋全通 麻福斌

264 多体制激光清洗镁合金基体表面微观形貌演化特征与机理分析

郑万庆 王思捷 李 哲 王忠龙 殷凤仕

276 脉冲激光标刻 ABS 板材数值模拟与表面质量的优化

蔡 颂 陈 达 陶能如 文跃兵 白 斌 何志坚 黄 湛

290 磁粒研磨工艺中磁性磨粒柔性团聚动力学行为

刘帅航 曹 睿 韩 冰 应 骏 杨海吉

301 修整辅助液对固结磨料化学机械抛光单晶 SiC 材料去除稳定性的影响

吴鹏飞 刘 宁 贺 雷 朱楠楠 朱永伟

312 HiPIMS 频率对弧辉复合沉积 TiZrN / TiN 纳米多层膜微观结构和性能的影响

魏永强 张晓晓 张华森 顾艳阳 杨佳乐 蒋志强 韦春贝 钟素娟

326 TC4 钛合金表面热处理-阳极氧化-复合碳纤维涂层的制备及摩擦腐蚀性能

裴文乐 谢壮壮 裴晓亮 王建梅

334 C 靶功率对 AlCrTiCN 涂层组织结构与力学、摩擦学性能的影响

陈浩然 范其香 郭明璐 吴正环 郝雪卉 王铁钢 刘艳梅 曹凤婷

347 (Ni@SiC)_p 复合吸波材料的制备及性能表征

宿 辉 郑 奇 闫 峰 孙向东 邢中辉 陈玉金 曹茂盛

356 氯化甜菜碱酰肼与 KI 复配在酸性介质中对碳钢表面缓蚀性能

刘岳龙 刘金彦 陈 博 任晓慧

370 网纹织构在气 / 液介质条件下的润滑性能对比

孙亚民 杨惠雅 朱天宇 郑 伟 吕 田 王静秋 王晓雷

380 超低压等离子喷涂装备研制

吴朝峰 王 波 梁志敏 倪立勇 汪殿龙

387 激光修整时 V 形超硬磨料砂轮视觉在位测量

邓 辉 刘超强 高淑蓉 周恩怀 尉迟广智 何 船

398 渗锌层表面水性锌铝涂层制备及耐蚀性能

张 涛 王胜民 梁 伟 黄智权 黄 腾

410 载流工况下滚珠轴承摩擦磨损特性

安格正 梁兴鑫 董小伟 罗保洋 刘绪儒

CONTENTS

- 1 **Development and Challenges of Surface Planarization Technology for Single Crystalline Diamond**
YANG Kuo CHAI Zhimin DAI Yuanjing LIU Yuhong LU Xinchun
- 34 **Research Progress in Abrasive Technology for the Chemical Mechanical Polishing of Chips**
MA Jiahui CHENG Jie CHEN Jinchi JIAN Leizhu
- 60 **State-of-the-art and Prospectives of Atomic-level Grinding Technology for Semiconductor Substrates Used in High-end Chips**
WANG Haoxiang KANG Renke LI Shengbo DONG Zhigang GAO Shang
- 83 **Advances in Chemical Mechanical Polishing Endpoint Detection Technology for Integrated Circuits Manufacturing**
ZHAO Guangen WANG Chengxin CHEN Jianxiong HUANG Yuhua HUANG Ruochen
- 99 **Research on Tribochemical Mechanism in Chemical Mechanical Polishing of GaAs**
GAO Jian REN Xingyun LIANG Dexu ZHANG Honglin ZHOU Huaicheng JIANG Liang
YU Bingjun QIAN Linmao
- 107 **Effect of Cerium Oxide Abrasives with Different Particle Sizes on the Chemical Mechanical Planarization Performance of K9 Glass**
JIANG Feng QIAN Shanhua QU Kesong BIAN Da NI Zifeng
- 119 **Microscopic Mechanisms of Amplitude and Frequency During Ultrasonic Vibration-assisted Nanogrinding of Aluminium Nitride: A Molecular Dynamics Study**
FENG Shuaicheng YIN Jiaqin LIU Yang XIAO Chen GUO Jian
- 133 **Study on the Eddy Current Detection Method for Nano-scale Metal Film Thickness Measurement**
LI Hongkai HAN Zidong WANG Jinlong CHEN Mingshang ZHANG Tong
- 147 **In-situ Laser Assisted Cutting Hybrid Laser Recovery for Single Crystal Silicon**
YANG Sishuo HUANG Weiqi ZHANG Jianguo XIAO Junfeng
- 157 **Research on Static Characteristics of Porous Thrust Bearings for Wafer Grinding Machines**
SHI Minghui ZHANG Guolong DU Peng CHEN Jiangyi HU Hongyang
- 171 **Removal Mechanism of Single-crystal Silicon Carbide by Ultrasonic-assisted Photocatalytic Polishing**
TIAN Zhuangzhi BAN Xinxing BA Wenlan ZHU Jianhui WANG Ningchang HUI Zhen
LI Zhengxin

- 182 Research Progress in the Engineering Applications of Bionic Anti-icing Coating**
TANG Yuting TIAN Pan WANG Yang LI Sheng LIU Jiaqi LIU Lanxuan LI Dongdong
QIN Weihua CHEN Wenrui
- 198 Review on the Preparation and Regulation of Tribological Properties of Diamond-like Carbon Films**
HAN Bingyuan XU Jianfei DU Wenbo ZHAO Yonglin CUI Fangfang LI Han ZHU Sheng
- 215 Flame Spraying Graphite Modified CF / PEEK Composite Coating and its Tribological Properties**
LI Yupeng XIE Jiaqi ZHANG Shuolei LIANG Taihe LEI Mingkai
- 226 Effect of CNTs Content on the Microstructure and Properties of Laser Cladding Wear-resistant and Corrosion-resistant Coatings**
WU Zhengjiang LI Shuaibing WEI Xiaoqiang DU Pengcheng YU Siliang LIU Yiou
HE Xueming PANG Xuming PU Jibin
- 238 Effects of Ultrasonic Surface Rolling Processing and Plasma Nitriding on Tribological Properties of 4Cr13 Stainless Steel**
LUO Xiaoshuang PAN Lin DUAN Haitao TU Jiesong LIU Lian ZHAN Shengpeng JIA Dan
- 250 pH-responsive Self-healing Coatings of Chitosan Crosslinked Encapsulated Tubular Silicon Dioxide**
SHI Hao ZHANG Peiqi CHU Guiwen ZHANG Jiankai SONG Liying JIANG Quantong
MA Fubin
- 264 Evolution Characteristics and Mechanism Analysis of Micro-morphology of Magnesium Alloy Substrate Surface Cleaned by Multi-system Laser**
ZHENG Wanqing WANG Sijie LI Zhe WANG Zhonglong YIN Fengshi
- 276 Numerical Simulation and Surface Quality Optimization of ABS Plate by Pulsed Laser Marking**
CAI Song CHEN Da TAO Nengru WEN Yuebing BAI Bin HEI Zhijian HUANG Zhan
- 290 Dynamic Behavior of Flexible Aggregation of Magnetic Abrasive Particles in the Magnetic Abrasive Finishing Process**
LIU Shuaihang CAO Rui HAN Bing YING Jun YANG Haiji
- 301 Effect of Conditioning Slurry on Material Removal Stability in Fixed-abrasive Chemical Mechanical Polishing of Single-crystal SiC**
WU Pengfei LIU Ning HE Lei ZHU Nannan ZHU Yongwei
- 312 Effects of HiPIMS Frequency on the Microstructure and Properties of TiZrN / TiN Nano-multilayer Film Deposited by a Hybrid Deposition Technique Combining AIP and HiPIMS**
WEI Yongqiang ZHANG Xiaoxiao ZHANG Huasen GU Yanyang YANG Jiale JIANG Zhiqiang
WEI Chunbei ZHONG Sujuan
- 326 Preparation and Tribocorrosion Properties of a Thermal Treatment-anodized Composite Carbon Fiber Coating on the Surface of a TC4 Titanium Alloy**
PEI Wenle XIE Zhuangzhuang PEI Xiaoliang WANG Jianmei
- 334 Effects of C Target Power on Microstructure, Mechanical Properties and Tribological Properties of AlCrTiCN Coatings**
CHEN Haoran FAN Qixiang GUO Minglu WU Zhenghuan HAO Xuehui WANG Tiegang
LIU Yanmei CAO Fengting

- 347 Preparation and Performance Characterization of (Ni@SiC)_p Composite Absorbing Materials**
SU Hui ZHENG Qi YAN Feng SUN Xiangdong XING Zhonghui CHEN Yujin CAO Maosheng
- 356 Corrosion Inhibition of Carbon-steel Surfaces in Acidic Media Using a Compound of Betaine Hydrazide Chloride and KI**
LIU Yuelong LIU Jinyan CHEN Bo REN Xiaohui
- 370 Comparison of the Lubricating Performance of Groove Texture under Gas / liquid Medium Conditions**
SUN Yamin YANG Huiya ZHU Tianyu ZHENG Wei LÜ Tian WANG Jingqiu WANG Xiaolei
- 380 Development of Ultra-low-pressure Plasma Spray Equipment**
WU Chaofeng WANG Bo LIANG Zhimin NI Liyong WANG Dianlong
- 387 Visual In-situ Measurement of V-shaped Superabrasive Grinding Wheels During Laser Dressing**
DENG Hui LIU Chaoqiang GAO Shurong ZHOU Enhuai YUCHI Guangzhi HE Chuan
- 398 Preparation and Corrosion Resistance of Waterborne Zn-Al Coating on the Surface of Sherardized Coating**
ZHANG Tao WANG Shengmin LIANG Wei HUANG Zhiquan HUANG Teng
- 410 Friction and Wear Characteristics of Ball Bearings under Current-carrying Conditions**
AN Gezheng LIANG Xingxin DONG Xiaowei LUO Baoyang LIU Xuru