

- nitive Brain Research, 2001, 10: 219—237
- 9 Nelson TO, Narens L. Metamemory: A theoretical framework and new finding. *The Psychology of Learning and Motivation*, 1990, 26: 125—173
- 10 Lin CD, Li T A. Multiple intelligence and the structure of thinking. *Theory & Psychology*, 2003, 13: 829—845
- 11 林崇德. 思维心理学研究的几点回顾. *北京师范大学学报(社会科学版)*, 2006, 197(5): 35—42
- 12 Natale E, Marzi CA, Girelli M, et al. ERP and fMRI correlates of endogenous and exogenous focusing of visual-spatial attention. *European Journal of Neuroscience*, 2006, 23: 2511—2521
- 13 Kopp B, Rist F, Mattler U. N200 in the flanker task as a neurobehavioral tool for investigating executive control. *Psychophysiology*, 1996, 33: 282—294
- 14 Kopp B, Mattler U, Goertz R, et al. N2, P3 and the lateralized readiness potential in a nogo task involving selective response priming. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 1996, 99: 19—27
- 15 van Veen V, Carter CS. The anterior cingulate as a conflict monitor: fMRI and ERP studies. *Physiology & Behavior*, 2002, 77: 477—482
- 16 Kotsoni E, Csibra G, Mareschal D, et al. Electrophysiological correlates of common-onset visual masking. *Neuropsychologia*, 2007, 45(10): 2285—2293
- 17 Jonkman LM. The development of preparation, conflict monitoring and inhibition from early childhood to young adulthood: A Go/Nogo ERP study. *Brain Research*, 2006, 1097(1): 181—193

国家自然科学基金重大项目“先进电子制造中的重要科学技术问题研究”取得突出进展

从制造原理与工艺角度看电子器件制造属于半导体物理和材料科学等学科的研究范畴,但其中存在着大量机械学科的研究课题,而在我国电子制造与机械装备制造两个领域的研究相互脱节,不利于电子制造基础理论和关键技术的源头创新和跨越式发展.为此,2001年底至2002年初,在有关院士专家的倡导下,国家自然科学基金委员会组织召开了多次研讨会,经反复调研和论证,于2002年底设立了重大项目“先进电子制造中的重要科学技术问题研究”.本着有限支持、重点突破的原则,将“超精抛光中纳米粒子行为和化学作用及平整化原理与技术”、“磁头、磁盘表面润滑规律和超薄保护膜的生长机理及技术”、“面向芯片封装的高加速度运动系统的精确定位和操纵”和“芯片封装界面制造过程多参数影响规律与控制”列为其中的4个重要研究课题,旨在针对硬盘驱动器(存储器)和IC(芯片级)制造中的关键科学问题开展基础理论和应用技术研究,建立起面向下一代先进电子制造的理论体系和原型系统,为我国电子制造业的发展提供科学基础,同时也为我国21世纪制造科学的发展开辟新的方向.项目由上海交通大学、清华大学、中南大学、大连理工大学、华中科技大学和北京航空航天大学联合承担.于2003年4月1日正式启动,经过4年的努力,于2007年8月14—15日在上海通过了由国家自然科学基金委员会组织的结题验收与评议.

4年间,项目组围绕两大科学问题“相对运动表面间的原子、分子和纳米粒子行为”和“极限制造的复杂系统高精度协同运动规律与控制”开展了系统、深入的研究工作,取得了突出的理论和技术进展,主要创新性成果包括:

(1) 提出了一种纳米量级划痕深度和长度可控的单颗磨粒磨削研究方法,建立了硅片自旋转磨削的砂轮临界切深模型和实现延性域磨削的工艺规范,研究出了利用软磨料砂轮低损伤平整化磨削硅片的新工艺方法(Ra 0.7 nm, 损伤层深度 10 nm),实现了 300 mm 硅片磨削与化学机械抛光(CMP)的若干关键工艺和装备技术;

(2) 揭示了计算机磁盘和磁头超精密抛光的工艺规律,提出了专用抛光液的制备原理,优化了工艺参数,使磁盘和磁头的抛光表面粗糙度分别达到 0.08 和 0.2 nm;

(3) 成功地制备出抗湿特性优良、结合力强的磁头表面改性分子膜,提高了磁头的抗污染能力,使硬盘起动静摩擦力显著降低;(下转第 67 页)

- Trans. Am. Geophys. Union, 1977, 58: 523
- 44 Mitchell RH, Keays RR. Abundance and distribution of gold, palladium and iridium in some spinel and garnet lherzolites; Implication for the nature and origin of precious metal rich intergranular component in the upper mantle. *Geochim Cosmochim Acta*, 1981, 45: 2425—2445
- 45 Ionov DA, Hoefs J, Wedepohl KH, et al. Content and isotopic composition of sulphur in ultramafic xenoliths from central Asia. *Earth Planet Sci Lett*, 1992, 111: 269—286
- 46 Hamlyn PR, Keays RR. Sulfur saturation and second-stage melts; Application to the Bushveld platinum metal deposits. *Econ Geol*, 1986, 81: 1431—1445
- 47 Rehkämper M, Halliday AN, Barfod D, et al. Platinum-group element abundance patterns in different mantle environments. *Science*, 1997, 278: 1595—1598
- 48 Stockman HW, Hlava PF. Platinum group minerals in alpine chromitites from southwestern Oregon. *Econ Geol*, 1984, 79: 491—508
- 49 Walker RJ, Hanski E, Vuollo J, et al. The Os isotopic composition of proterozoic upper mantle; evidence for chondritic upper mantle from Outokumpu ophiolite, Finland. *Earth Planet Sci Lett*, 1996, 141: 161—173
- 50 Righter K, Campbell AJ, Humayan M. Partitioning of Ru, Rh, Pd, Re, Ir and Au between Cr-bearing spinel, olivine, pyroxene and silicate melts. *Geochim Cosmochim Acta*, 2004, 68(4): 867—880
- 51 Keays RR. The role of komatiitic and picritic magmatism and S saturation in the formation of ore deposits. *Lithos*, 1995, 34: 1—18
- 52 Tredoux M, Lindsay NM, Davies G, et al. The fractionation of platinum-group elements in magmatic systems, with the suggestion of a novel causal mechanism. *S Afr J Geol*, 1995, 98: 157—167

(上接第 57 页)

(4) 建立了磁过滤阴极弧沉积系统, 并制备出厚度为 2 nm 的超薄类金刚石碳(DLC)膜; 使用微波-ECR 等离子体增强沉积等技术在硅衬底上制备出厚度为 2 nm 的 SiN_x 薄膜和 SiCN 薄膜, 均具备良好的抗腐蚀和抗磨损能力;

(5) 揭示了高加速度运动系统的宽频多模态复合运动特征, 提出了摩擦补偿、干扰观测、重复学习等运动控制新算法; 研制了 4 套高加速度运动系统, 分别实现了 8—15 g 加速度下 ±1;

(6) 提出了一种基于半透半反镜的飞行视觉定位原理及相应的摄像机标定、图像预处理和图像配准算法, 实现了亚像素级的定位精度; 构建了集成视觉定位、力控制和流量、温度控制的精密操作平台;

(7) 阐明了超声键合界面原子快速扩散机理与键合强度生成机制, 研究了键合过程多参数对键合界面微观结构与强度的影响, 揭示了键合界面的运动传递与超声能转换通道, 发现了界面的“粘滑”运动特性, 提出了变参数加载工艺;

(8) 研制出热超声倒装芯片键合机, 开发了频率跟踪与功率自适应的超声发生与换能系统, 实现了高键合强度的多点倒装芯片键合。

(供稿: 王国彪)