

组装微构件吸附用玻璃针尖 规范化加工工艺研究*

路敦武 黄惠杰 沈蓓军 杨良民 刘增水
(中国科学院上海光学精密机械研究所, 上海 201800)
何 伟
(上海同济大学, 上海 200092)

摘要 建立了组装微构件吸附用玻璃针尖规范化加工装置, 研究了有特定要求吸附针尖的规范化加工工艺, 对得到的结果进行了分析和讨论。

关键词: 微机械; 玻璃针尖加工工艺

自1988年据有轰动效应的静电微电机研制成功以来^[1], 这项被学术界认为是二十世纪物理学两大技术发展领域之一的微机械已作为一个独立的边缘学科深受世人所瞩目, 美、日、德等国均投入相当大的人力、财力参与这一技术领域竞争, 我国从1990年起也开展了这方面的研制工作。几年来在该技术领域已有了长足的进步和发展。可以预见下世纪初特定用途的微机器人将会诞生。

作者在成功地完成了微小构件组装技术研究后^[2], 深感作为微小构件组装装置的核心部件——吸附用玻璃针尖制备规范化很有必要, 这样不仅为调整使用提供了方便, 而且大大提高了生产效率。为此开展了吸附用玻璃针尖规范化加工工艺研究。下面谨就所取得若干结果做一概述。

1 玻璃吸附针尖的技术参数

为了能吸附起几十至几百微米的微小构件, 与口径为十几至几十微米的可吸附面积口径相对应所制作的玻璃吸附针尖的端面口径也应为十几至几十微米, 考虑到玻璃吸附针尖吸附

* 收稿日期: 1996年9月24日

本课题系国家攀登计划 B “微电子机械系统研究” 中的分课题

微小构件的操作需在显微镜下进行,玻璃吸附针尖欲在显微镜有效工作距离内动作,并使其不影响观察,显然玻璃吸附针尖应倾斜安置在显微镜下工作,因此玻璃针尖的吸附端面应是一个与玻璃针尖轴线有一定倾角的椭圆环形平端面。此外为了满足加工和使用避免硬接触损坏微细针尖,故又要求针尖有一定的弹性,为此玻璃管与针尖端面之间要有一过渡区,过渡区太短弹性不足,而过渡区太长则刚性不够,不好加工,且使用时因其微细而易折断,所以选取合适的过渡区也是制备玻璃吸附针尖需考虑解决的技术问题之一。

我们加工制作的玻璃吸附针尖的外形如图1所示,它的主要参数列于表1:

Table. 1 Main specifications of glass suction needle

Diameter of glass capillary	capillary length	transition area length	section slant angle of glass	Max. Axis length of ellipse section
mm	mm	mm	degree	μm
50- 60	40- 50	6- 8	30 or 45	12- 100

2 吸附用玻璃针尖的规范化加工过程和相应加工装置的建立

吸附用玻璃针尖的规范化加工分二步进行,第一步先把所选用的硬质玻璃毛细管拉制成细长锥形的针尖,我们称未拉细的毛细管和针尖端面的毛细管为过渡区,过渡区的选取主要以满足加工针尖端面和使用时所需的柔性为原则;第二步研磨玻璃针尖的端面,这一过程要兼顾针尖端面与针尖中心线间的倾角的端面的口径,使端面平整达到吸附要求为止。下面对其每一步作一较为仔细的阐述:

2.1 吸附用玻璃尖的拉制

我们使用美国 Sutter Instrument 公司的 P- 97形毛细管玻璃针尖拉制机拉制加工了我们所需要的玻璃针尖。在火焰温度320、拉力115磅的工作条件下,约需4秒钟可把一根长100mm直径1.1mm的毛细管变成两根我们所需尺寸的玻璃针尖。显然改变工作参数用该机也可拉制其它尺寸的玻璃针尖。

2.2 吸附用玻璃针尖端面的研磨

我们改进了日本株式会社的 DE-1型研磨机(见图2),研磨加工吸附用玻璃针尖的端面有可变高度和角度

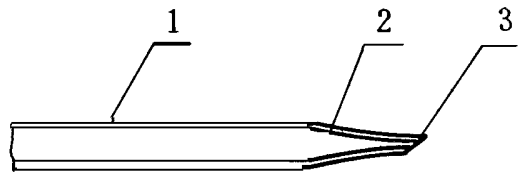


Fig. 1 Diagram of glass suction needle

1. capillary 2. Transition area 3. section of top of needle

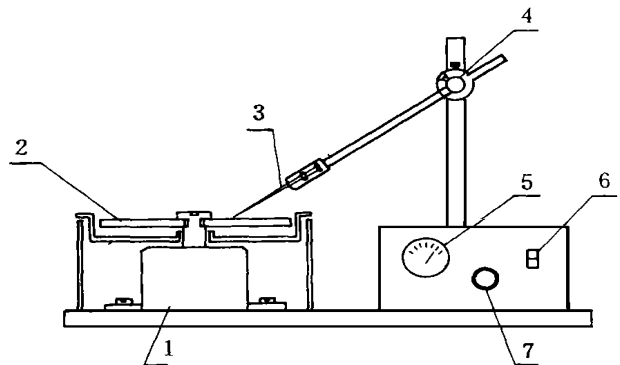


Fig. 2 Apparatus for grinding section of glass needle

1. Motor 2. Grind plate 3. Glass needle

4. Height and angle adjustable mechanism for fixing joint bar

5. Current display 6. Adjustment knob 7. Switch

并可固定玻璃针尖夹具的机构来设定所研磨针尖端面与针尖中心线的倾角, 旋转电源按钮可以改变磨盘的转速, 考虑到研磨用的金刚石磨盘的砂粒如果较大时虽然可提高研磨效率, 但易使针尖断裂或使端面出现缺口, 从而影响吸附效果。而砂粒过细则效率太低也不可取, 因此砂盘粒度的选取一般以不使针尖断裂, 端面崩边又有一定加工效率为宜。研磨尚需考虑的另一因素是磨盘的转速, 转速高尽管效率高, 但磨盘难免晃动, 而转速低效率也低, 因此研磨时必需选取合适的转速。

3 实验结果

我们在研磨实验中, 首先变化的参数是磨盘金刚沙的粒度, 为此选用了320目、400目、600目和1000目四种磨盘的结果列于表2:

Table. 2 Correlation among grinding roughness, time and section quality

grind roughness	work time	Rate of qualification	
		30	45
320#	1- 30	0%	0%
400#	20- 60	25%	15%
600#	10- 120	80%	75%
1000#	20- 30	95%	80%

表中400# 和600# 磨盘的完成时间拖长1 - 2 主要是消除端面崩边造成的缺口所致, 一般在30 之内均可完成。

研磨所用装置主要是通过改变电源来改变磨盘转数的, 带动磨盘转动马达的启动电流在电流表上是为零位, 调制范围可以0- 100, 具体转速实验结果列于表3:

Table. 3 Correlation between speed of plate rotation and section quality

Grind roughness	Qualification			
	30 °		45 °	
	0- 20 rpm	20- 40 rpm	0- 20 rpm	20- 40 rpm
320#	0%	0%	0%	0%
400#	25%	0%	15%	05
600#	60%	100%	100%	50%
1000#	100%	90%	100%	60%

针尖端面的口径和倾角控制是通过在测量显微镜下把玻璃针尖直径略小于所需端面椭圆短半轴的针尖部分截去, 然后把玻璃针尖放到夹具上, 通过固定夹具连杆的转动部分调整玻璃针尖略小与所需倾角后固定再选定合适转速研磨即可完成端面的加工。实际上所得到的加工结果如表4所列。

Table. 4 Diameter of glass needle & slant angle

designed angle 30 °		designed angle 45 °	
didmeter mm	angle	diameter mm	angle
0.04	29.7 °	0.03	45.0 °
0.08	25.8 °	0.05	45.0 °
0.06	28.6 °	0.045	45.0 °
0.12	27.0 °	0.11	45.0 °
0.06	27.5 °	0.05	42.0 °
0.085	26.6 °	0.045	45.0 °
0.038	26.0 °	0.13	45.0 °
0.05	24.4 °	0.11	45.0 °

4 结果讨论

从表1表2和表3所列的实验结果不难看出: 600目和1000目磨盘在转速不是太高的加工条件下所研磨的端面的合格率是可以接受的。端面倾角30°的加工误差大于倾角45°的误差这主要是由于30°的口径小于45°针尖的口径所致, 误差基本上都在10%以内, 可以认为基本上达到了规范化加工工艺的要求。如果磨盘转动平稳性能更好一些, 操作人员的技术更成熟些, 可望取得更好的成绩。

综上所述, 我们通过吸附针尖规范化加工工艺研究建立了必要的加工装置和加工工艺, 为大量生产加工合格的吸附用玻璃针尖和进一步研究奠定了技术基础。

参 考 文 献

- [1] Yu Cheng, et al. MEMS, 1989: 1~6
 [2] 路敦武等. 光学精密工程. 1995, 3(3): 56~59

Fabrication Technique Study of Glass Suction Needle Used in Assembling Micro Mechanical Elements

Lu Dunwu, Huang Huijie, Shen Beijun, Yang Liangmin, Liu Zengshui
 (Shanghai Institute of Optics & Fine Mechanics,
 Chinese Academy of Sciences, Shanghai 201800)
 He Wei
 (Shanghai Tongji University, Shanghai 200092)

Abstract

The study establishes a glass suction needle fabrication apparatus and concludes a technique for fabrication of glass suction needle. In the end of the fabrication result is analysed and discussed.

Key words: MEMS, Fabrication technique for glass needle

路敦武 男, 1964年毕业于长春光学精密机械学院, 高级工程师。在中科院上海光机所工作至今, 先后从事过固体激光器、激光探测器、光学检测、全息光学、1·4 Stepper 亚微米光刻镜头、扫描投影光刻机、激光光刻和微电子机械系统等方面的研究, 为0.5 μm ~ 0.6 μm 准分子激光光刻重大项目成果主要负责人。获得国家专利一项, 发表论文数十篇。