

微型可控镊子

徐锡林 周新宇

(上海交通大学仪器工程系, 上海 200030)

摘要:叙述了作者研制成功的一微型镊子的工作原理、结构及测量控制系统。此微型可控镊子具有动作范围大、扶持力强,控制精度高等优点,是一种新颖的微机械。

关键词:微机械;微型镊子;柔性铰链

1 引言

微机械(Micromachine)以其微小的几何尺寸或操作尺度而引起世界各国科学家和政府部门的兴趣和重视,成为当今科学技术领域中一个重大的前沿课题。当人们在探索应用集成电路制造技术(即 IC 技术)或 LIGA 技术等微加工技术设计制作各种微机械的同时,也有人致力于利用现有的精密机械加工技术的各种手段,设计制作各种能实现微小尺度操作的微机械。后者由于更接近工程实际,当辅以现代传感技术、精密测量技术和控制技术,即可运用于一些科学实验工作或生产过程中去,就眼前而言,更具有实用意义。

微型可控镊子采用压电元件驱动,通过整体的机械结构,形成镊子,实现挟取功能。其测控系统采用显微镜加装 CCD 元件成为微小位移测量装置,分辨力为 0.3 微米,经由 PC486 微机进行数据处理并输出控制电压,控制压电元件的位移输出,从而实现系统的闭环控制。据测实际控制精度高于 $1\mu\text{m}$ 。

微型可控镊子可视各种实际应用场合的需要,稍作修改设计,即可成为各种微细操作器而推广应用。

2 结构与动作原理

微型可控镊子的外观如图 1 所示。

微型可控镊子是由压电元件与整体式的机械增幅机构及镊本体所构成,其动作原理是,利用压电材料的逆压电效应,在元件的两端施加电压后即便产生微小的伸缩变形,通过机械增幅机构将其扩大后经两个平行四边形连杆机构传递,最终实现镊子尖端平行位移的挟取动作。这样只需控制加在压电元件两端电压的高低即可实现对镊子挟取动作的控制。采用压电元件作为驱动元件具有如下几个优点:响应快,无磨损,控制简单,精度高,承载能力大等。机械传动则采用

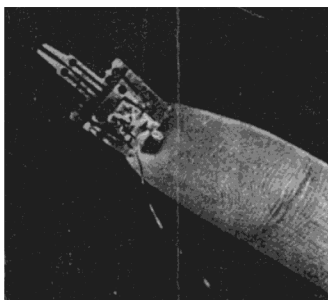


图1 微可控镊子外观照片

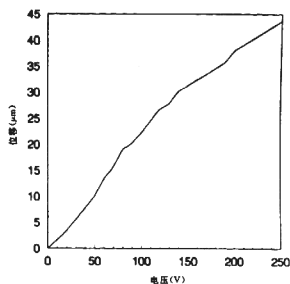


图2 微型镊子开环输出曲线

了由柔性铰链构成的平面连杆机构,由于这种机构无间隙存在,从而满足了微小位移的传动要求。与此同时,这种整体结构设计为加工制作出外形小巧,轻盈的整体式微型镊子创造了有利条件。

微型镊子的开环动作位移与控制电压的关系曲线如图2所示。镊子两尖端相距为 $120\mu\text{m}$,相对位移范围可达 $50\mu\text{m}$ (此值可视需要而设计)。

3 测控系统

微型可控镊子的测控系统如图3所示。该系统由一加装有 CCD 元件的显微镜,CCD 驱动和信号采集电路,PC 微机、D/A 及高精度直流电压放大电路等环节组成。

微型镊子的尖端的图像经显微镜光路系统放大后成像于 CCD 元件上,由此而产生图像的电信号,图像信号通过 12 位 A/D 转换成数字信号,数字信号通过 12 位 D/A 转换成模拟信号,经 D/A 转换以及高精度直流电压放大电路,成为 $0\sim 300\text{V}$ 的一直流电压(其精度可达 30nm),施加上电压元件的电压输入端,最后实现所要求的镊子尖端的挟持动作及挟持功能,这样就构成了一个闭环形式的测量控制系统。系统的实际控制精度可小于 $1\mu\text{m}$ 。

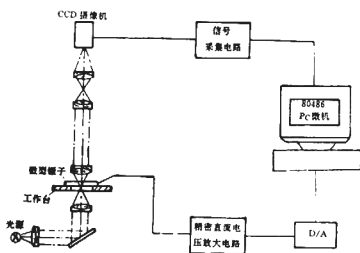


图3 微型镊子测控系统框图

4 结 束 语

微型可控镊子的研制成功,不仅为我们设计和研制各种不同使用要求、场合及不同微小尺寸限制的微型镊子积累了经验,更为重要的是为我们深入研究压电驱动的微机械及其测量控制技术跨出了成功的一步。我们将继续努力探索研究尺小更小,测控精度更高的微机械而努力。

在微型可控镊子的研制过程中,谢斌同学曾作了不少努力,在此仅表谢意。

参 考 文 献

- [1]薛实福,李庆祥,精密机械设计.北京:清华大学出版社
[2]J. M. Paros et al., How to Design Flexure Hinges. Machine Design, 1965

A Controlable Micro-clipper

Xu Xilin, Zhou Xinyu and Lin Liang ming

(Dept of Instrument Engineering, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 20030)

Abstract

Micro-machine is a new developing technology and it has important application prospect. The paper introduces a Micro-clipper which has been worded out by the authors. The Micro-clipper has the moveable range of $50\ \mu\text{m}$ and is controled by a optical control system with the accuracy of $0.3\ \mu\text{m}$.

Key words: Micromachine, Micro-clipper, Flexure hinge