

基于 LabVIEW 的朗缪尔单探针数据处理系统^{*}

殷冀平¹, 乔 宏², 蔺 增^{1,3}, 巴德纯^{1,3}

(1. 东北大学 机械工程与自动化学院, 辽宁 沈阳 110819; 2. 上海卫星装备研究所, 上海 200240;
3. 辽宁省植入器械与界面科学重点实验室, 辽宁 沈阳 110819)

摘 要: 朗缪尔单探针处理系统是使用单探针对符合麦克斯韦电子分布的等离子体放电进行测量诊断的基于 LabVIEW 运行的处理软件。该系统通过格拉布斯准则实现了对大误差数据的剔除。使用 Savitzky-Golay 滤波器对 $V-I$ 曲线进行平滑处理, 在将离子流排除后, 对过渡区曲线进行处理与计算, 得到等离子体放电相关参数。使用该套处理系统能够快捷准确地将繁杂的探针数据处理工作变得更为简单, 为朗缪尔探针的实际应用提供了基础。使用该套探针处理系统处理了电子回旋共振波等离子体放电随功率变化的 $V-I$ 曲线并得到准确的结果。

关 键 词: 朗缪尔单探针处理系统; LabVIEW; 格拉布斯准则; Savitzky-Golay 滤波器; 电子回旋共振波等离子体放电

中图分类号: O539; TB77 文献标识码: A 文章编号: 1002-0322(2020)06-0048-06

doi: 10.13385/j.cnki.vacuum.2020.06.11

Data Processing System of Single Langmuir Probe Based on LabVIEW

YIN Ji-ping¹, QIAO Hong², LIN Zeng^{1,3}, BA De-chun^{1,3}

(1. School of Mechanical Engineering & Automation, Northeastern University, Shenyang 110819, China;
2. Shanghai Institute of Spacecraft Equipment, Shanghai 200240, China; 3. Key Laboratory of Implant Device and Interface Science of Liaoning Province, Shenyang 110819, China)

Abstract: Single Langmuir probe processing system is a processing software based on LabVIEW, which uses a single probe to measure and diagnose the plasma discharge in accordance with the Maxwellian electron distribution. The system can eliminate the big error data through the Grubbs criterion. The Savitzky-Golay filter is used to smooth the $V-I$ curve. The relevant parameters of plasma discharge are obtained by processing and calculating the curve of transition region after the ion current is removed. Using this system, we can make the complicated probe data processing work simple and accurate, which provides the practical application for Langmuir probe. The $V-I$ curve of electron cyclotron wave resonance plasma discharge with power variation was processed by using this probe processing system and the accurate results were obtained.

Key words: Single Langmuir probe processing system; LabVIEW; Grubbs criterion; Savitzky-Golay filter; electron cyclotron wave resonance plasma discharge

朗缪尔探针由诺贝尔奖获得者朗缪尔(Irving Langmuir)于 1924 年发明, 是一种直接有效的用于检测等离子体电子密度、电子温度和电子能量分布等参数的等离子体诊断工具^[1]。朗缪尔探针在国外的已有近百年历史, 已开发出针对不同测量环境的各种朗缪尔探针, 并已经形成产业

化、集成化和规模化的特点, 其可进一步应用于现有各种大型真空镀膜设备的反馈系统, 提高真空镀膜设备的自动化水平。具有代表性的生产朗缪尔探针的公司有英国 Hiden Analytical Ltd. 和爱尔兰 Impedans Ltd. 等。朗缪尔探针在国内的发展还处于比较早期和分散的阶段, 主要集中于高校

收稿日期: 2019-11-25

作者简介: 殷冀平(1985-), 男, 安徽省铜陵市人, 博士研究生。 通讯作者: 蔺增, 博士, 教授。

^{*} 基金项目: 国家自然科学基金资助项目(51775096); 中国科学院-威高研究发展计划攻关项目([2017]006); 沈阳市科学技术计划项目(F16-080-8-00)。