Оптико-электронный измеритель микроперемещений
光学-电子微动动作测量仪

В.В. Баранов,
符·符·巴拉诺夫
Профессор БГУИР, Минск, Бровки, 6
白俄罗斯国立信息工程和无线电大学教授，明斯克市，博罗夫基大街6号
vvb@bsuir.by
В.И. Ильин,
符·伊·伊利林
Заведующий лабораторией Института Физики НАН Беларуси, Минск, пр-т Независимости, 68
白俄罗斯国家科学院物理研究所实验室主任，明斯克市，独立大街68号
ilyin@inel-bas.net

Содержание目录

- Общие сведения总则
- Состав макета измерителя 测量仪样机的各个组成部分
- Устройство и принцип работы结构和工作原理
- Особенности работы 工作特点
- Программа параметризации参数软件
- Метрологическая оценка计量评估
- Резюме总结

Общие сведения总则

Оптико-электронный измеритель микроперемещений предназначен для бесконтактного измерения размеров, перемещения, положения, профиля поверхности изделий и деформации пластин кремния в технологии больших и сверхбольших интегральных схем (БИС и СБИС - VLSIs)

光学-电子微动动作测量仪用于产品表面规格、位移、侧面，以及大规模集成电路、超大规模集成中晶圆变形的非接触式测量。

Общие сведения总则

Оптико-электронный измеритель микроперемещений относится к классу лазерных光学-电子微动动作测量仪属于三角函数激光微动测量仪。микрометрометров триангуляционного типа (ЛТМ).
Макет содержит样机由以下部分组成:

- ЛТМ三角函数激光微动测量仪
- Штатив с микрометрической подачей предметного столика.带微动进给载物台的底座。

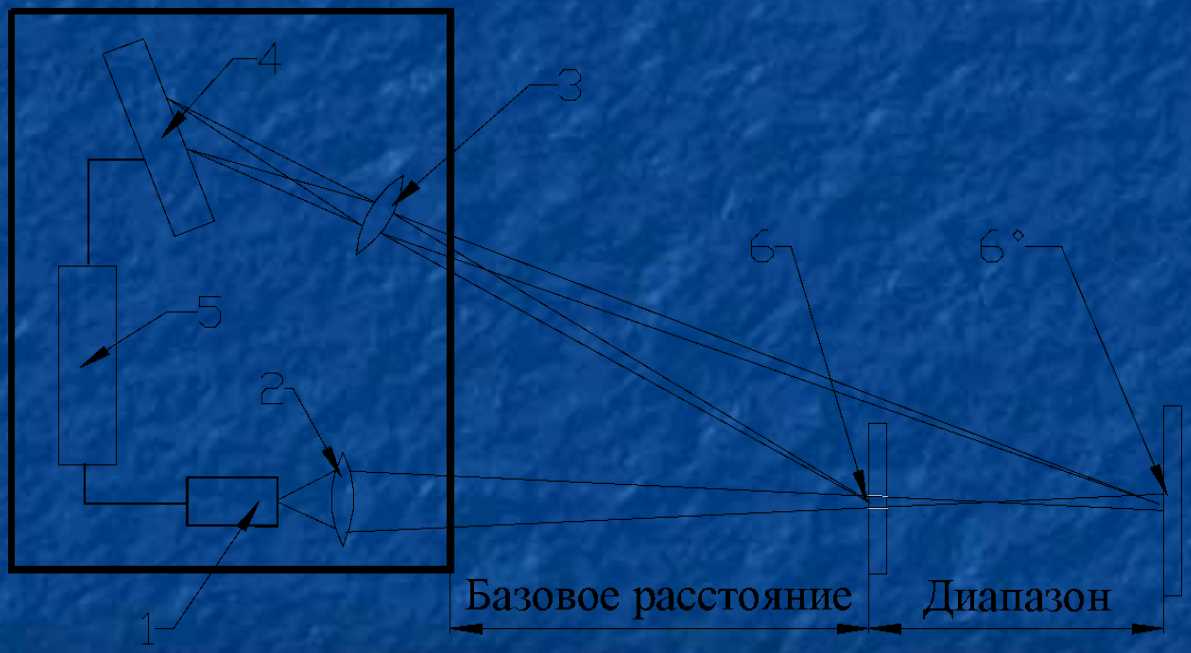
Состав макета измерителя
测量仪样机的各个组成部分

ЛТМ включает в себя:三角函数激光微动测量仪包括:

- полупроводниковый лазер мощностью 5 мВт с длиной волны излучения λ = 670 нм,功率为5毫瓦, 辐射波长λ = 670纳米的半导体激光器;
- конденсорную линзу, обеспечивающую фокусировку лазерного луча на поверхность измеряемого объекта,将激光焦点投射到被测量物体表面的聚焦透镜;
- воспроизводящий объектив с фокусным расстоянием 16мм,焦距为16毫米的显示透镜;
- корректирующее зеркало,校准镜
- ПЗС линейку и半导体激光接收条和
- микропроцессорное устройство обработки измерительной информации и управления ПЗС линейкой и полупроводниковым лазером.测量信息处理和半导体激光接收条、半导体激光器控制用微处理器单元。

ЛТМ подключается на стандартный порт компьютера, на который также загружается программа отображения измерительной информации.三角函数激光微动测量仪可以接入计算机标准接口, 并将测量信息显示软件下载到计算机上。

Устройство и принцип работы结构和工作原理



В основу работы микрометра положен принцип оптической триангуляции. Излучение полупроводникового лазера 1 фокусируется объективом 2 на объекте 6. Рассеянное на объекте излучение объективом 3 собирается на CMOS-линейке 4. Перемещение объекта 6 – 6' вызывает соответствующее перемещение изображения. Процессор сигналов 5 рассчитывает расстояние до объекта по положению изображения светового пятна на линейке 4.

测量仪根据光学三角原理进行测量。镜头2将半导体激光器辐射聚焦到物体6上。分散在物体上的散射被镜头3集中到互补型金属氧化物半导体接收条4上。物体6移动6'时，物体的图像也随之移动。信号处理器5根据在接收条4上的光点位置计算物体的移动距离。

Особенности работы工作特点

ЛТМ подключается к источнику питания и интерфейс в соответствии с рекомендациями разработчика:在三角函数激光微动测量仪同电源连接时，应当采用工作人员推荐接口：

Обозначение标记	Контакты DB9F **DB9F接触片**
Power U+ **电源正极U+**	
Power U -**电源负极U –**	
TXD数据发射、分配单元	2
RXG接收输出增益调整单元	3
Grd**接地**	5

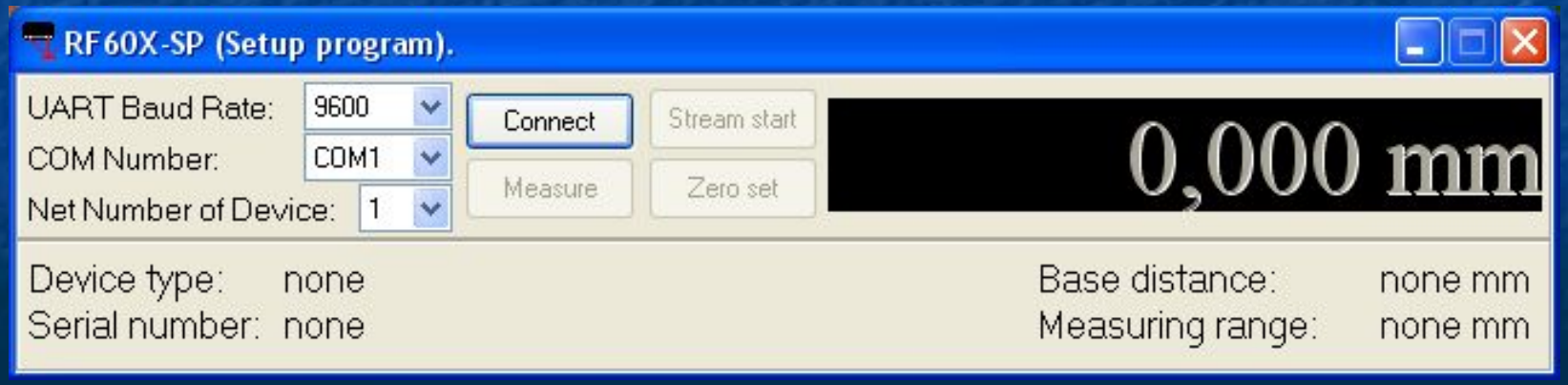
Затем запускается программа настройки ЛТМ, названная RF60X-SP然后启动三角函数激光微动测量仪设置软件RF60X-SP

Программа параметризации 参数软件

Программное обеспечение “RF60X-SP”
предназначено для:“RF60X-SP”软件用于:

- тестирования и демонстрации работы ЛТМ;测试和演示三角函数激光微 动测量仪工作过程;
- настройки параметров ЛТМ;设置三角函数激光微 动测量仪;

приема и накопления данных;进行数据接收和累加;
После запуска программы появляется рабочее
окно在打开软件后，出现工作窗口。



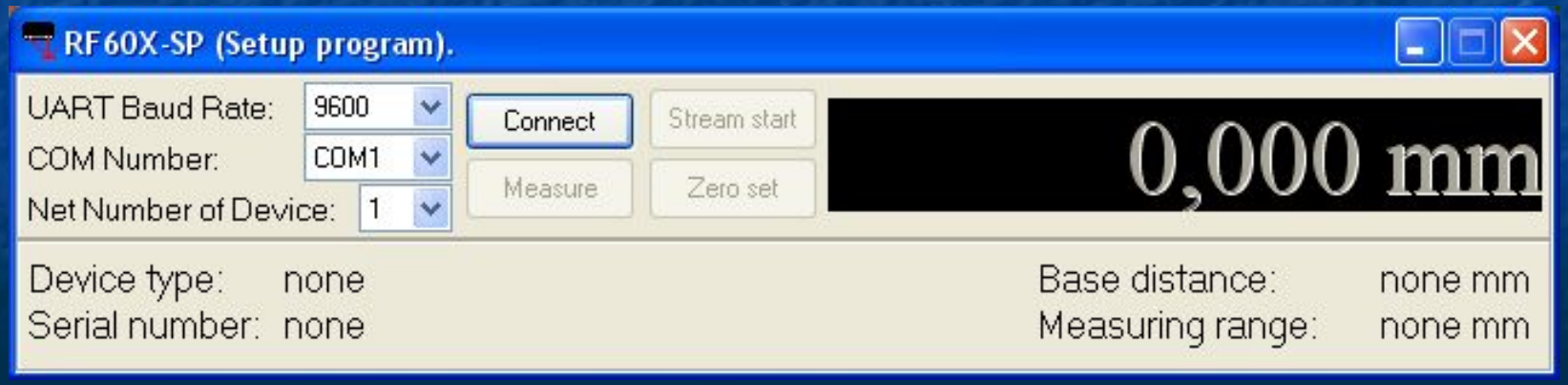
Программа параметризации 参数软件

В строке "UART Baud Rate" выбираем скорость, на которой работает ЛТМ (начальная установка – 9600 бит/с),在"UART Baud Rate" (]通用异步收发报机波特率)行中，选择三角函数激光微动测量仪测量速度(初始设置为9600比特/秒)。

В строке "COM Number" выбираем номер порта RS232 персонального компьютера, к которому ЛТМ подключён,在"COM Number"(通讯端口号)行中，选择个人计算机RS232端口作为三角函数激光微动测量仪接入端口，

Строка "Net Number of Device" определяет сетевой адрес ЛТМ (начальная установка – "1"),在"Net Number of Device"(设备网络号)行，确定三角函数激光微动测量仪的网络地址(初始设置地址-1)，

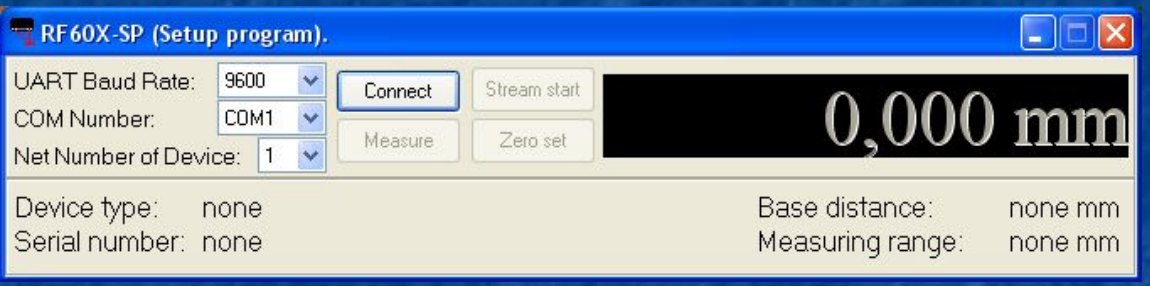
При нажатии на кнопку "Connect" RF60X-SP попытается наладить связь с ЛТМ с параметрами, заданными в вышеперечисленных строках. Если связь не установлена, выдается сообщение об отсутствии связи.在按下"Connect"(连接)键后，RF60X-SP软件试图建立三角函数激光微动测量仪与上述各行已经设定参数之间的连接。

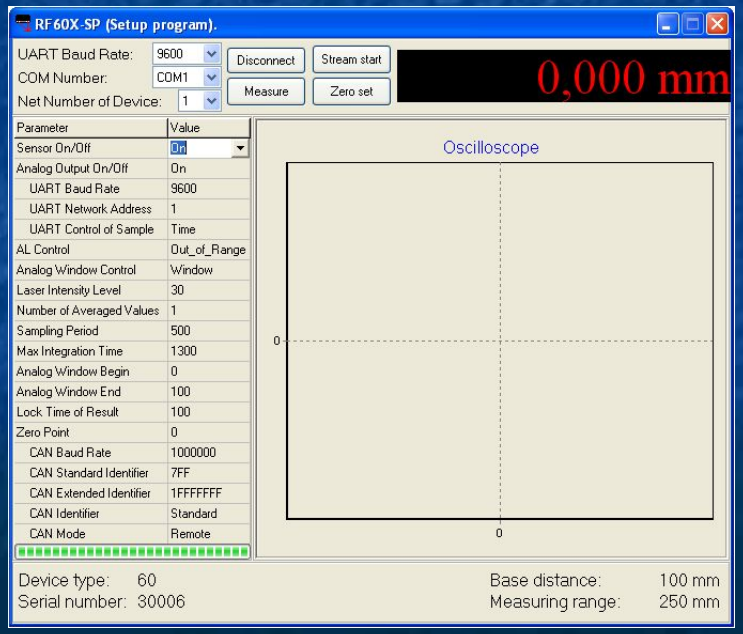


Программа параметризации
参数软件

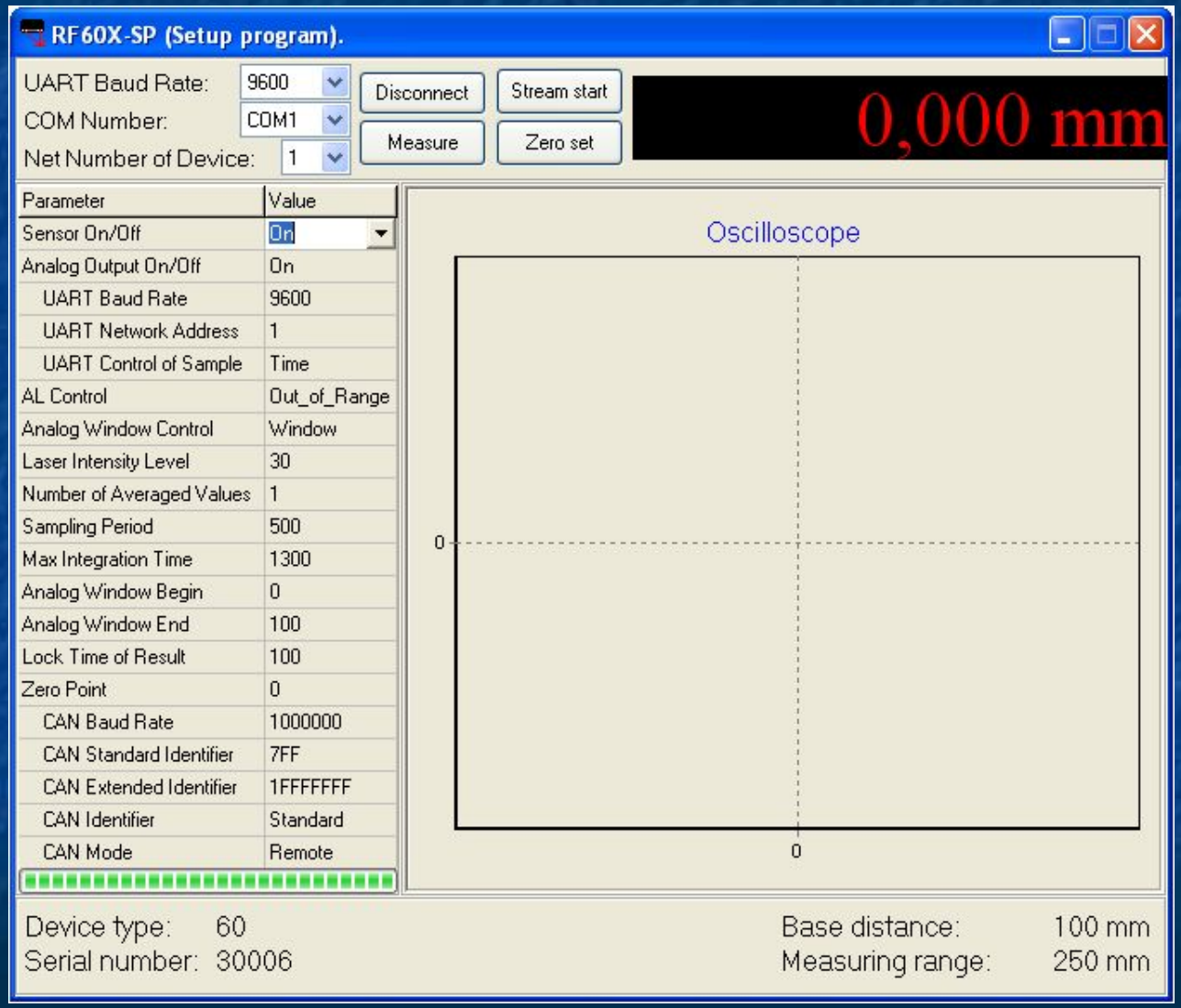
При успешном соединении:在顺利连接后:

1) в строке "Device Type" индицируется тип ЛТМ;在"Device Type"(设备类型)行中，显示三角函数激光微动测量仪类型;
2) в строке "Serial Number" - серийный номер ЛТМ ;在"Serial Number" (序列号)行中，显示三角函数激光微动测量仪序列号;
3) в строке "Base Distance" - базовое расстояние ЛТМ; 在" Base Distance " (基准距离)行中，显示三角函数激光微动测量仪基准距离;
4) в строке "Measuring Range" индицируется рабочий диапазон ЛТМ, и
   окно трансформируется к следующему виду:在"Measuring Range" (测量范围)行中，显示三角函数激光微动测量仪测量范围;





Программа параметризации参数软件



После успешной установки связи проверяем работоспособность прибора: Устанавливаем объект в области рабочего диапазона ЛТМ.在顺利完成连接后，检查仪器的工作能力：

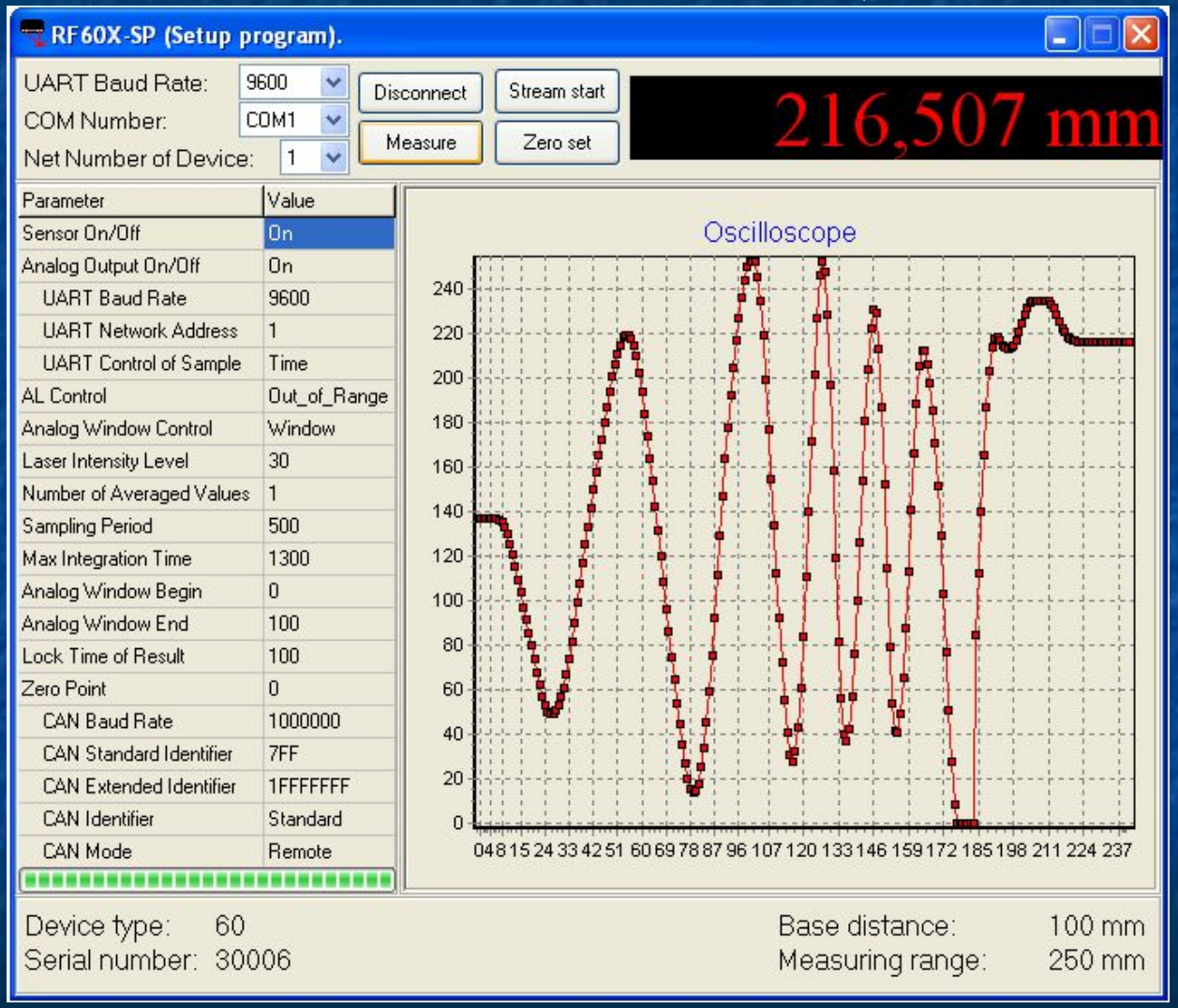
Нажатие кнопки "Measure« выводит на панель индикации и панель "Oscillosco按右键，弹出菜单"将数据保存在文件中"。pe"

результаты измерения положения объекта. (Ось X – время (режим выборки по времени), либо номер отсчета (режим выборки по внешнему входу), Y – координата). При этом реализуется тип запроса 06h.按下"Measure（测量）"键，以便将物体位置(X轴 –时间 (根据时间选择模式)，或者读数(根据外部输入选择模式)，Y – 坐标)测量结果输出到显示面板、"Oscilloscope"（示波器）面板。此时可以实现06h类型请求。

Нажатие кнопки "Stream start « включает измерения в режиме выборки по времени в соответствии с установленным параметром Sampling Period. При этом реализуется тип запроса 07h.按下"Stream start"（流量开启）键，以便根据已经设定的Sampling Period（采样周期）模式，开始根据时间选择模式测量。此时可以实现067类型请求。

Перемещая объект в области рабочего диапазона, наблюдаем изменение показаний.在测量范围内移动物体，观察测量参数的变化。

Программа параметризации
参数软件



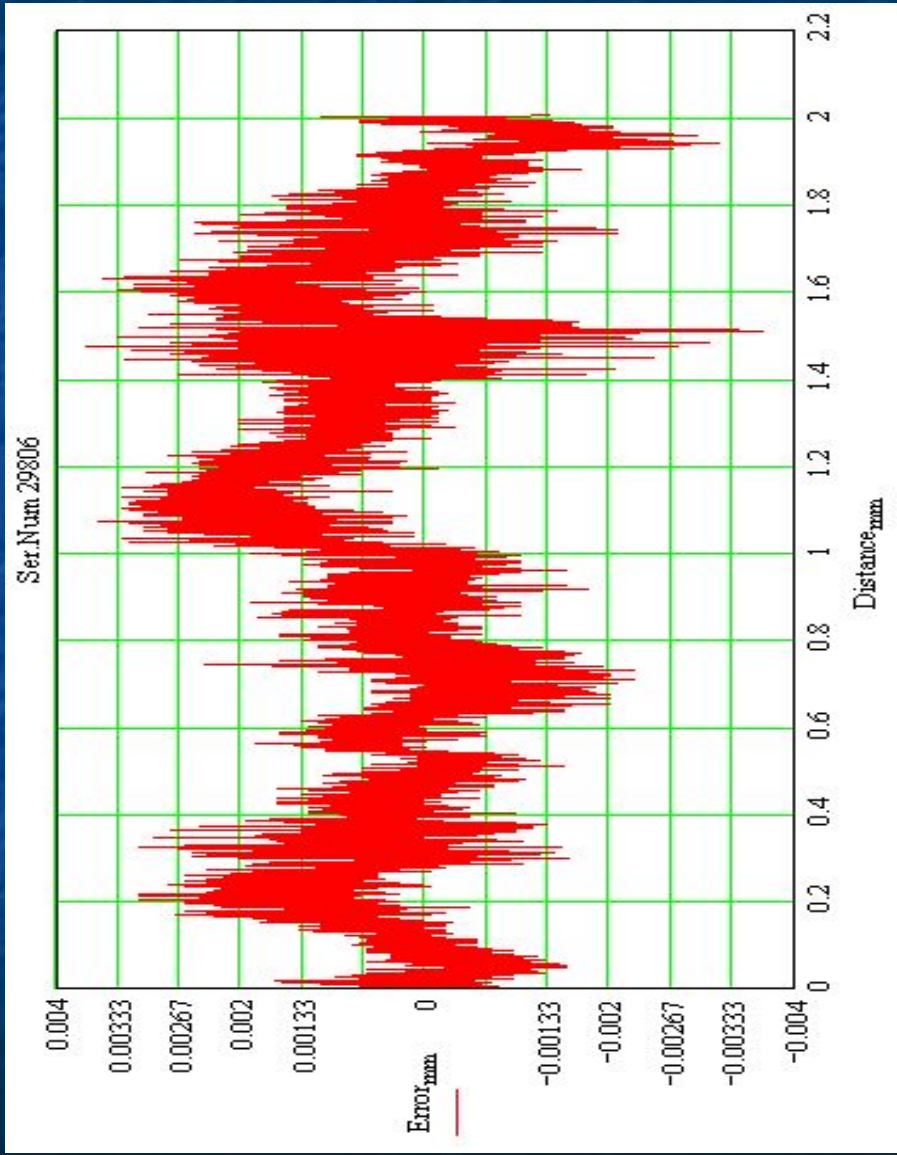
Нажатие кнопки "Stop"/"Stream stop" останавливает передачу данных.
按下"Stop"/"Stream stop" (停止/流量停止)键，以便停止数据传输。

Данные, поступающие от ЛТМ, накапливаются и сохраняются в кольцевом буфере размером 10000 измерений.
来自三角函数激光微动测量仪的测量数据集中和保存在规格为可存储1000次测量结果的环形缓冲器中。

Левой клавишей мыши можно изменять масштаб графика, правой – перемещать график в области просмотра.
按鼠标左键，可以修改曲线比例尺，按右键可以在移动区域内移动曲线。

Нажатие правой клавиши вызывает меню "Сохранение данных в файл".
按右键，弹出菜单"将数据保存在文件中"。

Метрологическая оценка
计量评估



В результате проведения калибровки и тестирования лазерного микрометра получен график распределения погрешности измерения на рабочем диапазоне.

根据激光微动测量仪的校准和检查结果，制作测量范围误差曲线图。

Из графика видно, что погрешность измерения не превышает ± 3,3 мкм, что соответствует Техническим Требованиям к приборам данного класса.

从曲线图可以看到，激光微动测量仪的误差不超过± 3.3微米，符合对该级别仪器的要求。

Резюме总结

- Оптико-электронный измеритель микроперемещений предназначен для бесконтактного измерения размеров, перемещения, положения, профиля поверхности изделий и деформации пластин кремния в технологии БИС и СБИС.
- 光学-电子微动动作测量仪用于产品表面规格、位移、侧面，以及大规模集成电路、超大规模集成中晶圆变形的非接触式测量。
- Измеритель относится к классу лазерных микрометров триангуляционного типа, т.к. в основу работы микрометра положен принцип оптической триангуляции.
- 光学-电子微动动作测量仪属于三角函数激光微动测量仪，根据光学三角原理进行测量。
- Лазерный микрометр подключается на стандартный порт компьютера, на который также загружается оригинальная программа отображения измерительной информации.
- 三角函数激光微动测量仪可以接入计算机标准接口，并将原装测量信息显示软件下载到计算机上。
- Частота считывания информации составляет 8 кГц, что позволяет определять перемещения быстродвижущихся объектов.
- 测量仪的信息可读频率为8千赫，可以用来测量快速移动物体的位移。
- Изготовлен и опробован макет измерителя, погрешность измерения которого не превышает 3,3 мкм во всём диапазоне измерений.
- 已经制作和测试了样机，在整个测量范围内，样机的测量误差不超过3.3微米。
- Измеритель имеет невысокую стоимость и может изготавливаться серийно.
- 测量仪造价低，可以工业化生产。