



SENTECH Instruments GmbH  
Carl-Scheele-Str. 16, 12489 Berlin, Germany  
Tel.: +49/30/6392-5520  
Fax: +49/30/6392-5522  
e-mail: [marketing@SENTECH.de](mailto:marketing@SENTECH.de)

# SENTECH Instruments

## Plasma Process Technology

Определение окончания процесса при травлении



SENTECH Instruments GmbH  
Carl-Scheele-Str. 16, 12489 Berlin, Germany  
Tel.: +49/30/6392-5520  
Fax: +49/30/6392-5522  
e-mail: [marketing@SENTECH.de](mailto:marketing@SENTECH.de)

## Содержание:

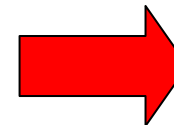
- Введение
- OES: оптический эмиссионный спектрометр
- Лазерный детектор окончания процесса
- Интерферометрия
- Заключение

## Введение:

Цель in-situ методов контроля:

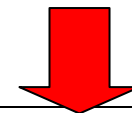
### Измеряемый сигнал

- Излучение плазмы
- Интенсивность отраженного излучения
- ...



### Назначение

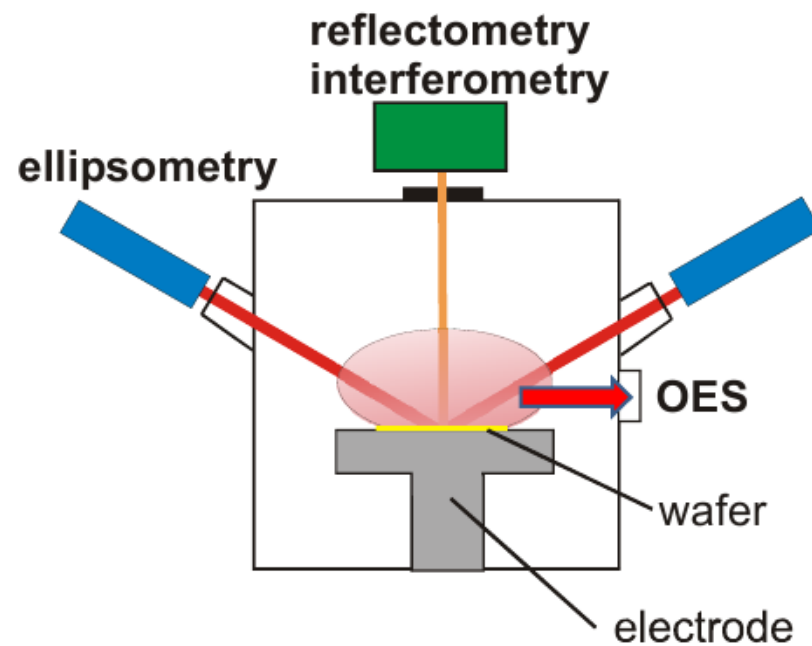
- Сигнал окончания процесса
- Глубина травления
- Скорость травления



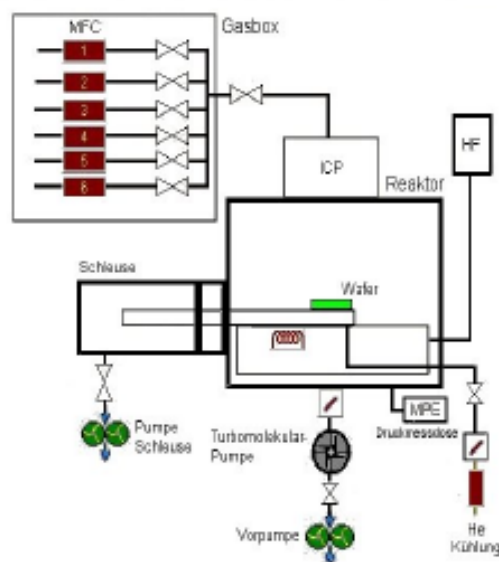
### Контроль за процессами

- End point detection
- Process monitoring
- Closed loop control

## Оптические методы:



## Ограничения и особенности методов определения окончания процессов (end point detection)

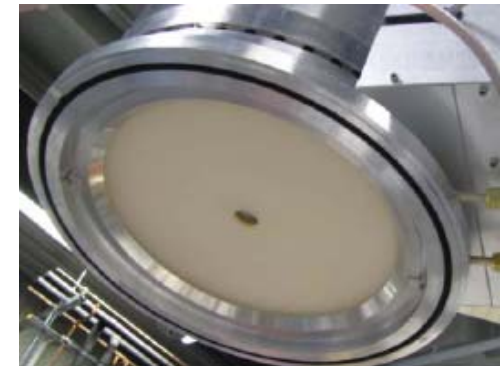


- Применяемые методы зависят от образцов и процессов
- Не происходит влияния на процесс
- Необходимо оборудовать вакуумные камеры специальными приспособлениями (например, для рефлектометра необходимо наличие одного окошка над образцом, для эллипсометра необходимо два окошка)

## Расположение окошек на установках травления

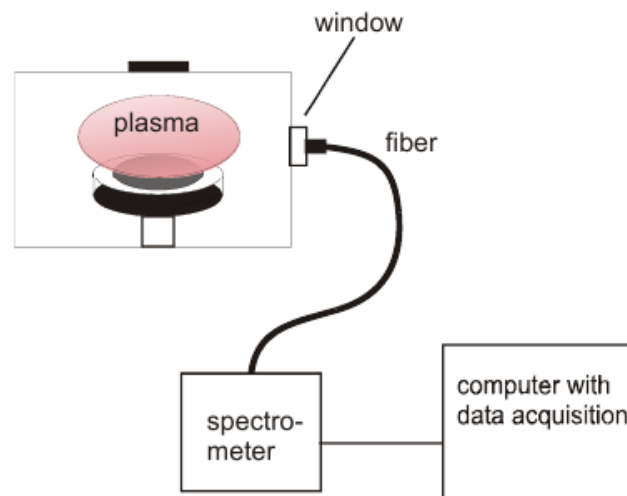


Система RIE-травления, с окошком, расположенным в центре газораспределительной крышки

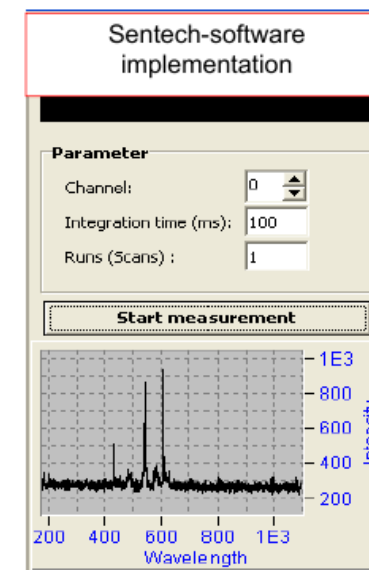


Окошко, расположенное по центру ICP-источника

## Оптический эмиссионный спектрометр (OES)



Материал окошка: кварц  
Собирающая линза: кварц  
Диапазон работы: от 250 нм до 900 нм  
Спектральное разрешение: <1 нм  
Число пикселей: 2048

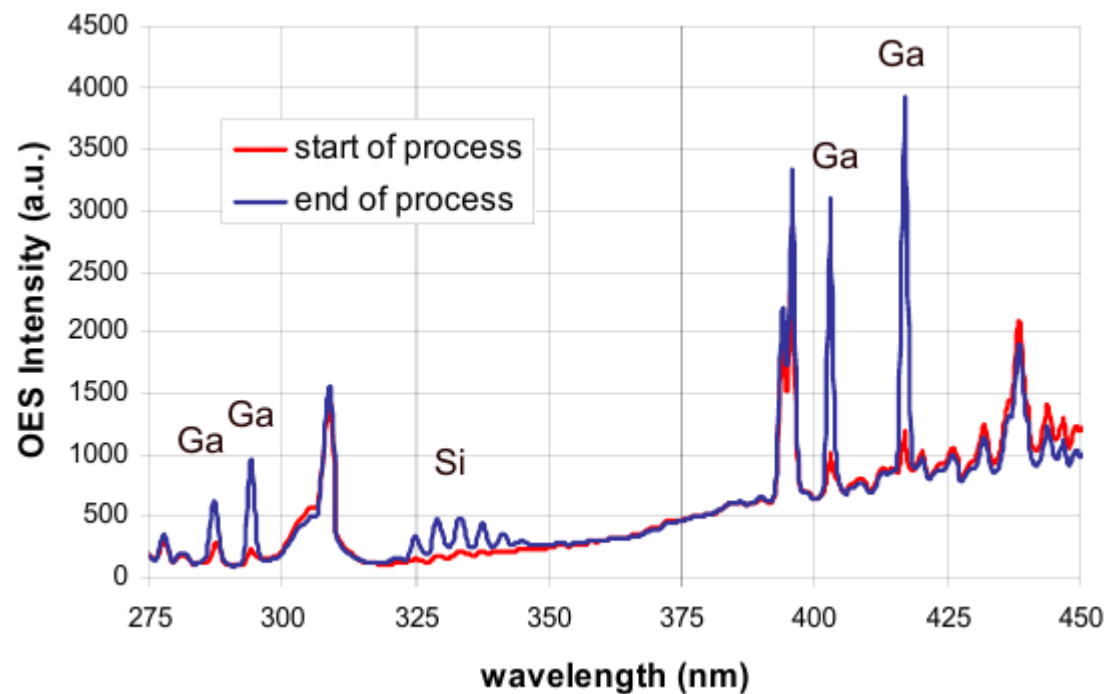


## Оптическая Эмиссионная Спектроскопия

- измерение изменений интенсивности характеристических спектральных линий в плазменном излучении.
- необходимо наличие одного окошка на стенке камеры
- интенсивности зависят от
  1. концентрации частиц определенного газа
  2. плотности электронов в плазме
  3. функции распределения энергии электронов
  4. сечения возбуждения

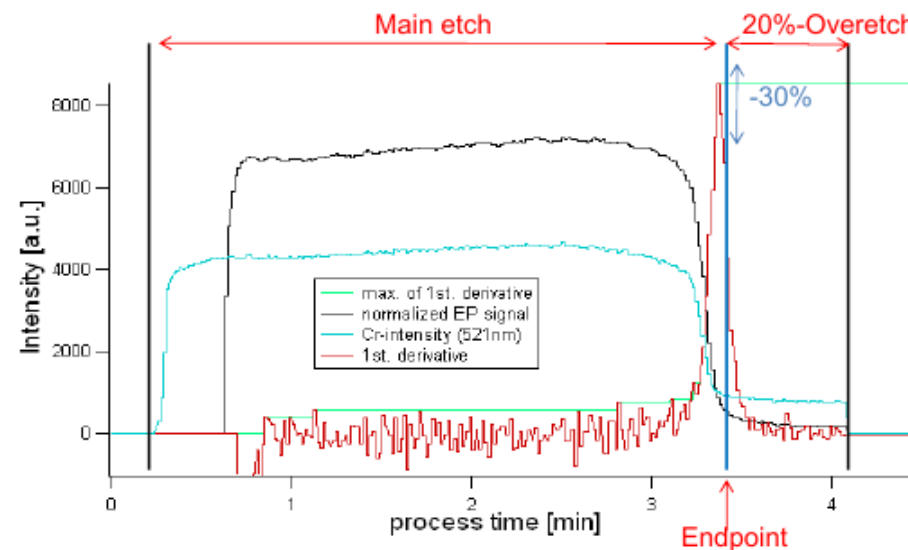
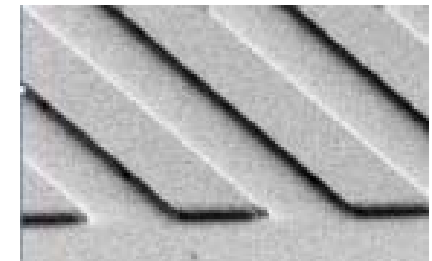


## OES: Травление AsGa через резистивную маску Спектр начала и конца процесса травления



## Процесс травления хрома на стеклянной подложке

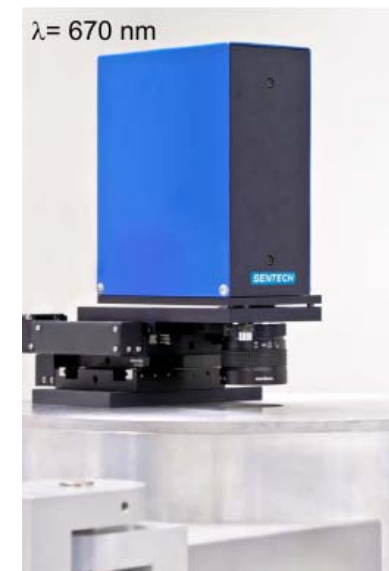
- Селективность к резисту > 1:1
- Скорость травления: прилб. 50 нм/мин
- Толщина слоя Cr 100...300 нм



## Интерферометр

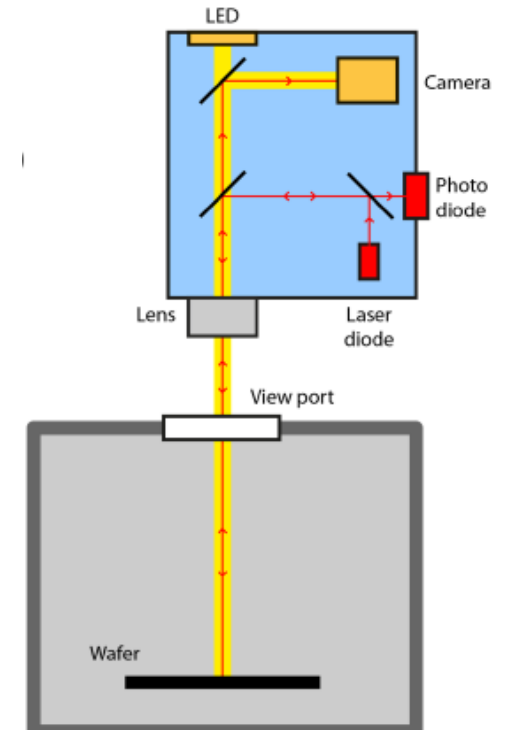
SLI 670 – Лазерный интерферометр:

- in-situ измерения коэффициента отражения многослойной структуры
- in-situ измерения глубины травления прозрачных слоев
- определение селективности по отношению к маске для особых случаев

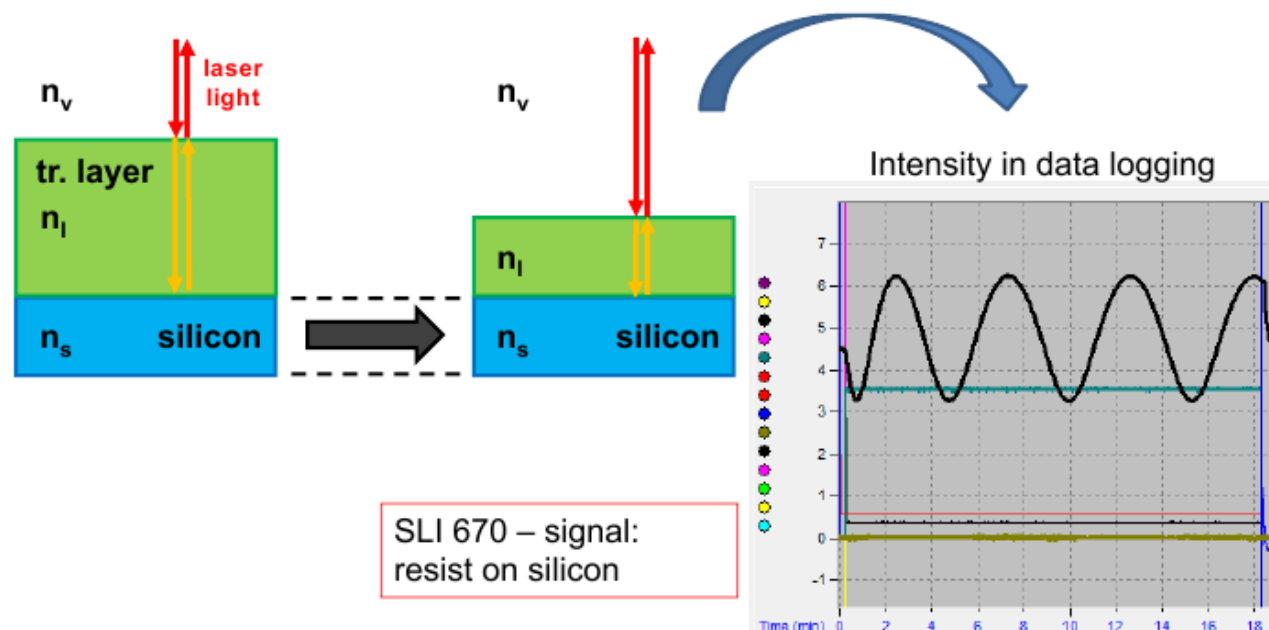


## SLI 670 – Лазерный интерферометр

- Источник лазера Лазерный диод ( $\lambda=670$  нм)
- Рабочая дистанция 150...500 нм
- Размер 100 мс...1000мс (регулируется)
- Скорость измерения 15мс...1000мс (регулируется)
- Область перемещения 25мм x 25 мм (с шагом 2  $\mu$ м)
- Поле обзора 1.5 мм x 1.5 мм (на дистанции 150 мм)

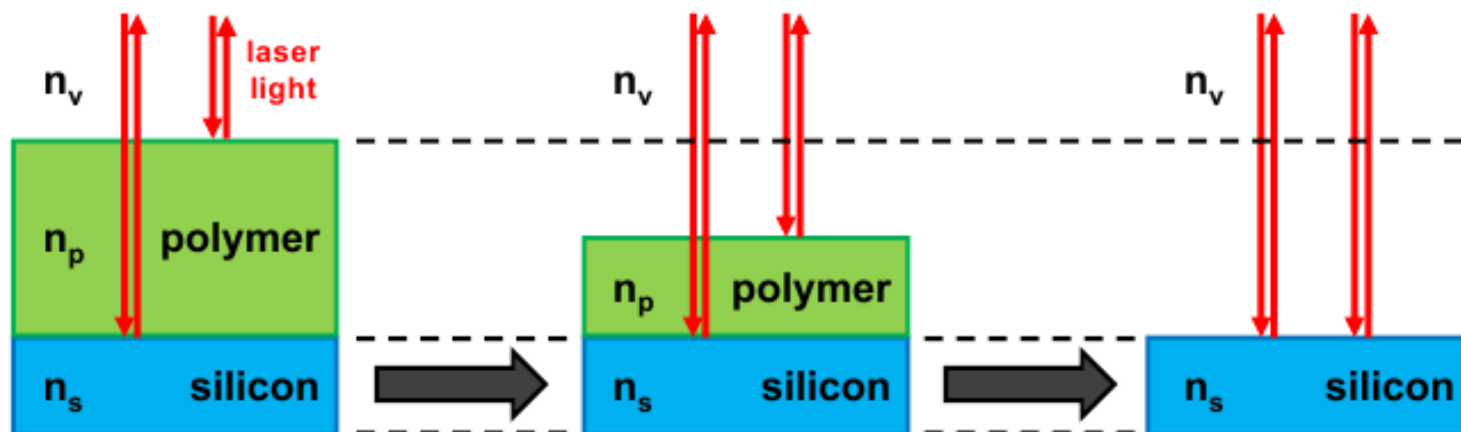
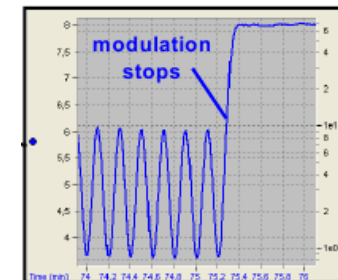
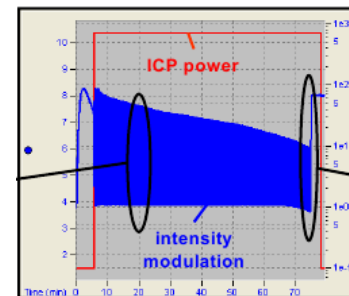
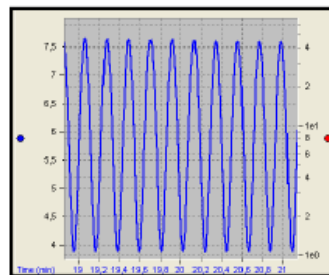


## Принцип работы лазерного интерферометра На прозрачных пленках

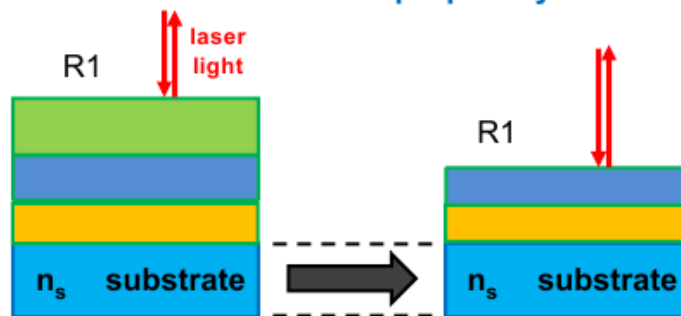


Процесс травление полимера

Окончание процесса



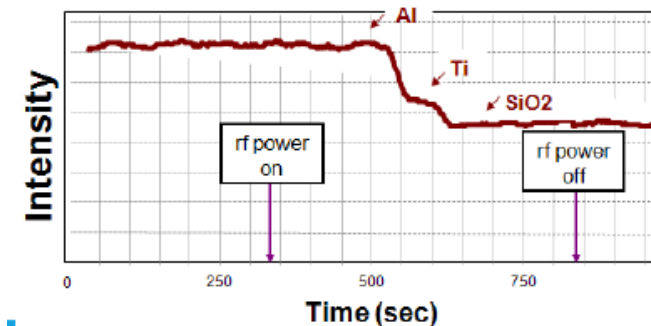
## Принцип работы лазерного интерферометра На не прозрачных пленках



Определение

- различных слоев
- конечного слоя

Пример процесса травления Al на установке SI 591

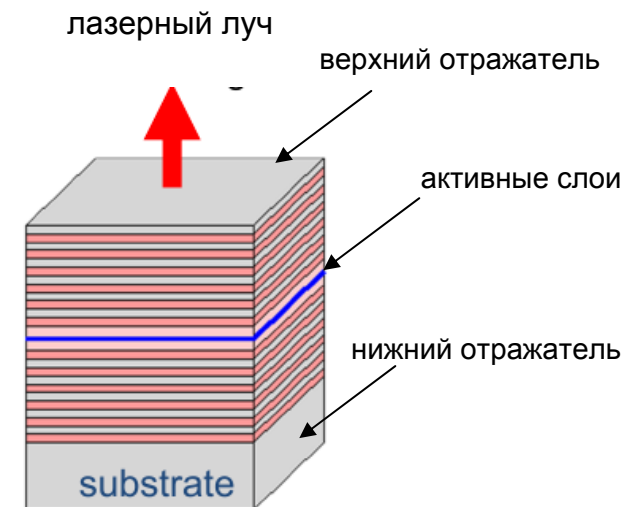


## Процесс травления для GaAs/AlGaAs VCSEL Лазер с вертикальным поверхностным излучением (VCSEL)

Структура лазера с  
рефлекторами Брэгга

Задачи:

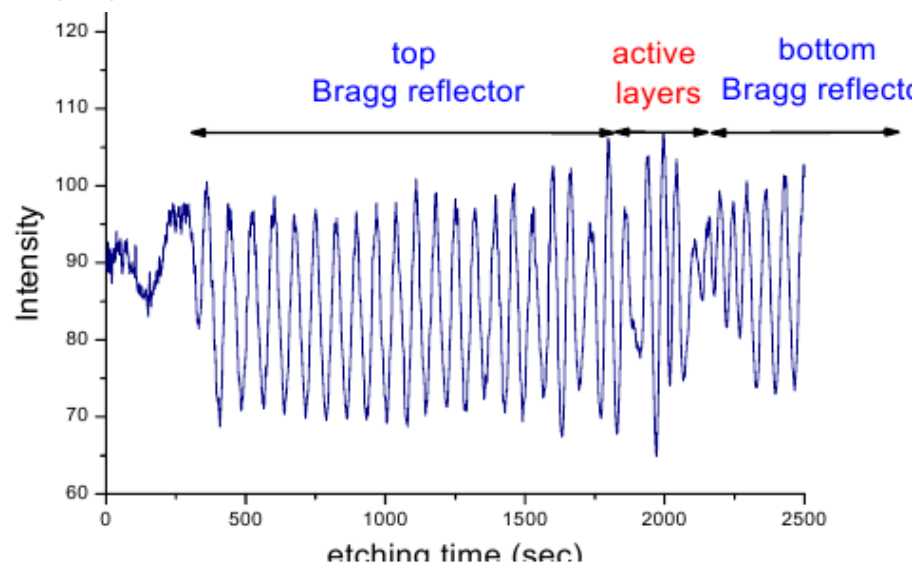
- вертикальные стенки
- плоские стенки и поверхность
- точное определение окончания процесса



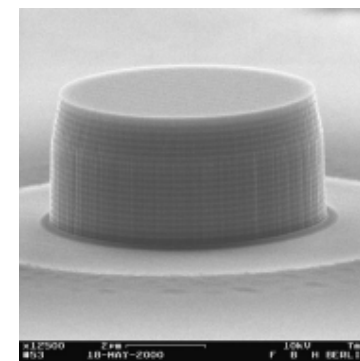


## Рефлектометрия на не прозрачных слоях

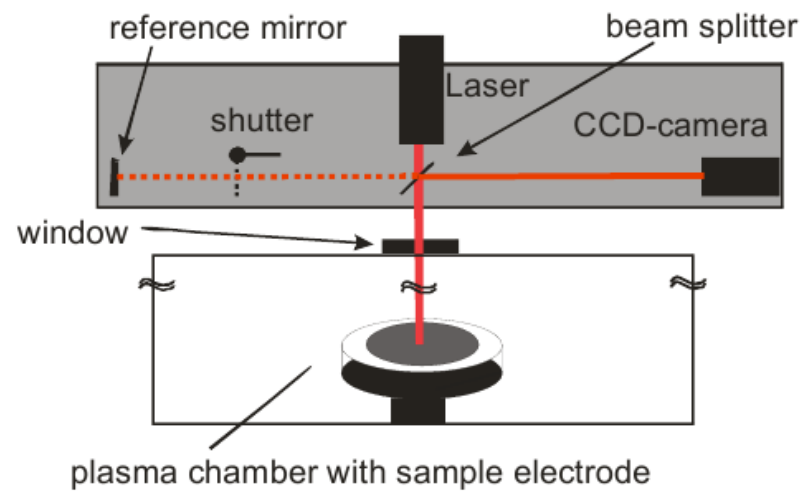
Изменение коэффициента отражения в процессе травления VCSEL структуры



пример травления на у  
становке SI 591 RIE с  
 $BCl_3 / Cl_2 / Ar$



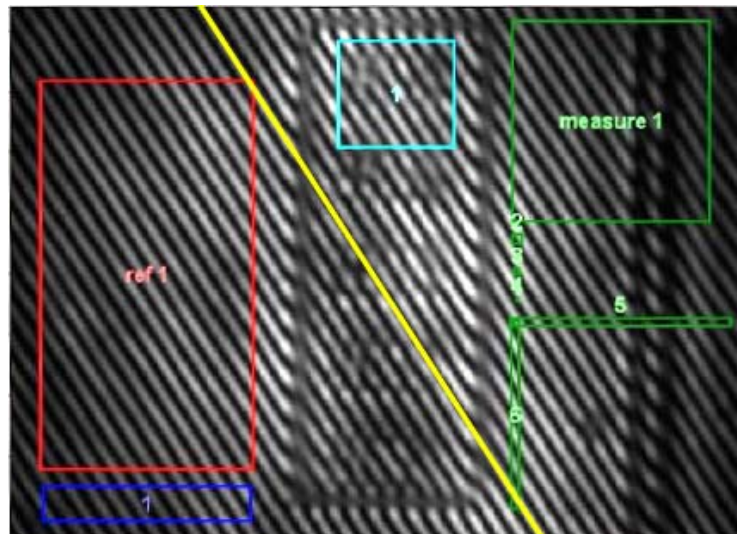
## Принцип работы системы NanoMES



- Заслонка закрыта: рефлектметрия/интерферометрия
- Заслонка открыта: специальная интерферометрия

## NanoMES: интерференционные измерения

Изображение с ПЗС камеры



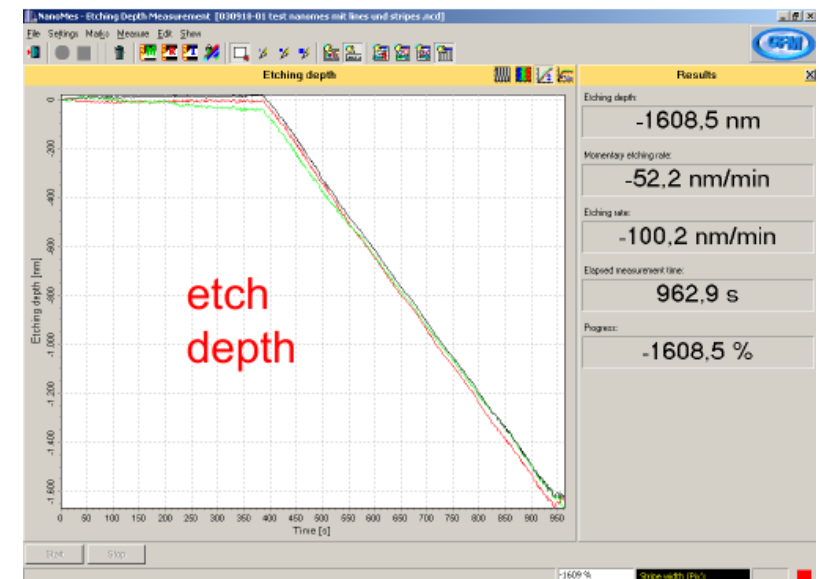
Интерференционные полосы на маске и срабатываемой поверхности размещены рядом друг с другом

- Разница высот меняется по времени
- Настройка луча очень критична

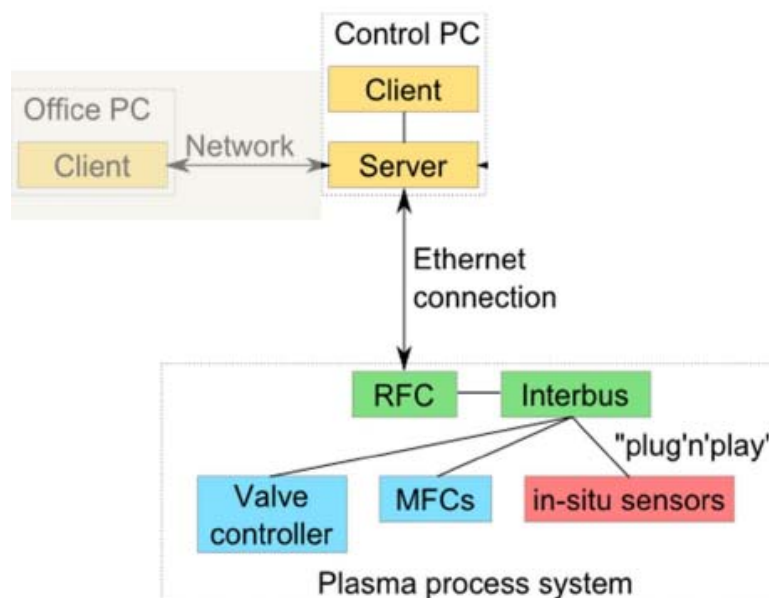
# NanoMES: интерференционные измерения

## ICP установка травления SI 500

Травление InP с  
 $Si_3N_4$  маской  $Cl_2 / N_2$



## Подключение к системе управления



Сервер на базе ПК соединяется с RFC  
RFC управляет через шину Interbus всеми датчиками и приводами

## Рецепты процессов

пример простого процесса  
 для загрузки пластинки

```
ein kurzes Rezept:
Druck Wafer Rucks.kühlung 10,000 mbar
Wartezeit 5
Gas ein MFC 2.50,0 sccm ' O2
Gas ein MFC 4.10,0 sccm ' Ar
Wartezeit 3
Reaktordruck 0,05000 mbar
Wartezeit 3
Quelle ein 500,0 W
Wartezeit 3
HF-Generator ein Leistung 20,0 W
Wartezeit 300
HF-Generator aus
Quelle aus
Reaktordruck 0,00000 mbar
Gas aus MFC 4 ' Ar
Gas aus MFC 2 ' O2
Druck Wafer Rucks.kühlung 0,000 mbar
Wartezeit 30
```

пример более сложного процесса

```
----- Rezept: Plasma zuenden -----
IF SOLL_TCP_LEISTUNG = 0 GOTO TCP_Quelle_Ueberspringen
Quelle ein SOLL_TCP_LEISTUNG W
Wartezeit 3
TCP_Quelle_Ueberspringen
HF-Generator ein Leistung SOLL_CCP_LEISTUNG W
Wartezeit 3
Reaktordruck SOLL_PROZESSDRUCK mbar
  Matchboxen auf Automatik
HF-Matching automatisch
Quellen-Matching automatisch
  Startzeit merken:
CALC STARTZEIT = time
  ----- Rezept: zündne Prozessphase -----
  Das OES wird ausgewertet, aber der Endpunkt ist nicht aktiv.
:Startphase_ohne_Endpunkt_Schleife
CALL Messung_mit_OES
CALL Endpunktsignal_berechnen
CALL erste_Ableitung_berechnen
CALL Na_Endpunktsignal_berechnen
CALL erste_Ableitung_Na_berechnen
CALL Rezeptwerte_an_CTC_leiten
IF time-STARTZEIT > ABSMAXZEIT GOTO Prozessmaximalzeit_Fehler
IF ENDPUNKTDETEKTION_AN = 1 GOTO feste_Zeitvorgabe_in_der_Startphase_ueberspringen
IF time-STARTZEIT > AETZ_ZEIT GOTO Rezeptende
:feste_Zeitvorgabe_in_der_Startphase_ueberspringen
IF time-STARTZEIT < ENDPUNKT_BLINDZEIT GOTO Startphase_ohne_Endpunkt_Schleife
  ----- Rezept: einmalige Glaswafererkennung (falls aktiviert) -----
CALL Glaswafererkennung
  ----- Rezept: Haut-Prozessphase mit aktivem Endpunkt: -----
```



SENTECH Instruments GmbH  
Carl-Scheele-Str. 16, 12489 Berlin, Germany  
Tel.: +49/30/6392-5520  
Fax: +49/30/6392-5522  
e-mail: [marketing@SENTECH.de](mailto:marketing@SENTECH.de)

## Заключение

Компания SENTECH предлагает различные системы определения окончания процесса:

- OES является простой и наиболее часто используемой системой. Требуется слой структуры, с помощью которого определяется окончание процесса
- LI 670 позволяет определять окончание процесса так же на прозрачных подложках
- NanoMES продвинутая система с возможностью определять глубину травления в не прозрачных слоях. Данная система требует значительной подготовки обслуживающего персонала.
- Система управления SENTECH позволяет подсоединять и использовать различные системы определения окончания процесса.

Представительство в РФ и СНГ: ООО «ЭНЕРГО АВАНГАРД»

[www.eavangard-semi.ru](http://www.eavangard-semi.ru)

mail to : [info@eavangard-semi.ru](mailto:info@eavangard-semi.ru)