

**А.М. Емельянов, А. В. Крутов, А. С. Ребров**

АО «Научно-производственное предприятие «Исток» им. Шокина»

## **Проектирование параметрического монитора на этапе становления технологии монокристаллических интегральных схем на GaAs**

*Представлены результаты разработки проектирования параметрического монитора для контроля параметров технологического процесса на этапе становления технологии монокристаллических интегральных схем СВЧ на GaAs. Приведены измеренные СВЧ параметры тестовых элементов и их распределение по пластине. Показана возможность выявления аномального поведения некоторых параметров по площади пластины, что позволяет вносить коррекцию параметров технологического процесса с целью повышения удельных СВЧ параметров устройств.*

**Ключевые слова:** параметрический монитор, предельная частота единичного усиления, максимально стабильный коэффициент усиления на частоте 30 ГГц

Контроль технологических процессов необходим для организации экономически эффективного производства высококачественных сверхвысокочастотных монокристаллических интегральных схем (СВЧ МИС). Высокий выход годных, воспроизводимость технологии, большая производительность являются теми производственными задачами при проведении технологических операций, которые оправдывают высокую стоимость чистых комнат и оборудования. К факторам, влияющим на выход годных, относятся площадь МИС СВЧ (плотность упаковки элементов), число фотолитографических операций, наличие индивидуального или только автоматизированного контроля пластин при проведении технологических операций.

Отличительной особенностью процесса изготовления МИС СВЧ является требование проведения контроля СВЧ-параметров активных элементов сразу же после их формирования на пластине. Поэтому при производстве МИС СВЧ после окончания операции формирования транзисторов применяется станция автоматизированного межоперационного контроля СВЧ-параметров.

По мере развития технологии МИС СВЧ количество элементов и число параметров, которые необходимо контролировать в процессе технологии, непрерывно растет. В настоящее время используется более 40 тестовых элементов, что требует выделения достаточно большой площади на пластине и использование их на каждом МИС СВЧ экономически не оправдано. Поэтому на пластине выделяются специальные места в количестве от 5 до 10 в зависимости от диаметра пластины для тестового модуля [1].

При серийном производстве на основе устоявшейся технологии такое построение параметрического монитора считается оправданным и достаточным ввиду высокого процента годных, однако редкое расположение тестовых элементов не позволяет дать полную статистику по пластине, что в условиях становления новой технологии может привести к утере важной информации о процессе.

В данной работе представлены результаты разработки конструкции параметрического монитора, который позволяет дать более полную статистику распределения параметров по

пластине и выявить аномальное поведение некоторых параметров и наметить пути совершенствования технологического процесса. Представлены конструкция, достигнутые параметры.

#### Конструкция параметрического монитора.

Отличительной особенностью предлагаемого параметрического монитора состоит в том, что он расположен в пределах одного кадра вместе с рабочими монокристаллическими схемами и занимает 8-10% площади рабочей пластины. При такой конструкции представляется проводить контроль всей пластины в 250-300 точках. Состав монитора может варьироваться в зависимости от параметров обрабатываемого технологического процесса. Пример расположения монитора в пределах кадра и его состав приведены на рисунках 1,2.



Рисунок 1.

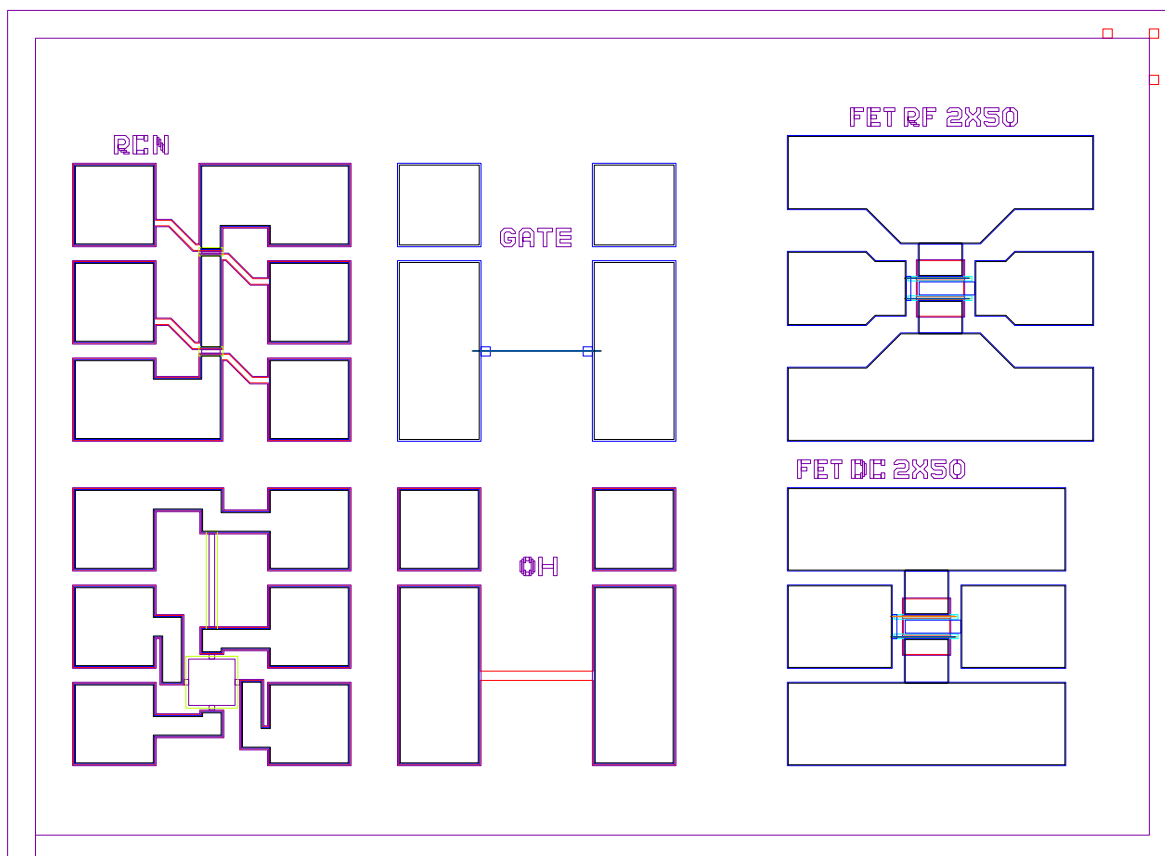


Рисунок 2.

Измеряемые параметры:

Сопротивления:

- удельное сопротивление мезы;
- удельное сопротивление металлизации омических контактов;
- сопротивление металлизации затвора;
- контактное сопротивление омических контактов.

НЧ параметры транзисторов:

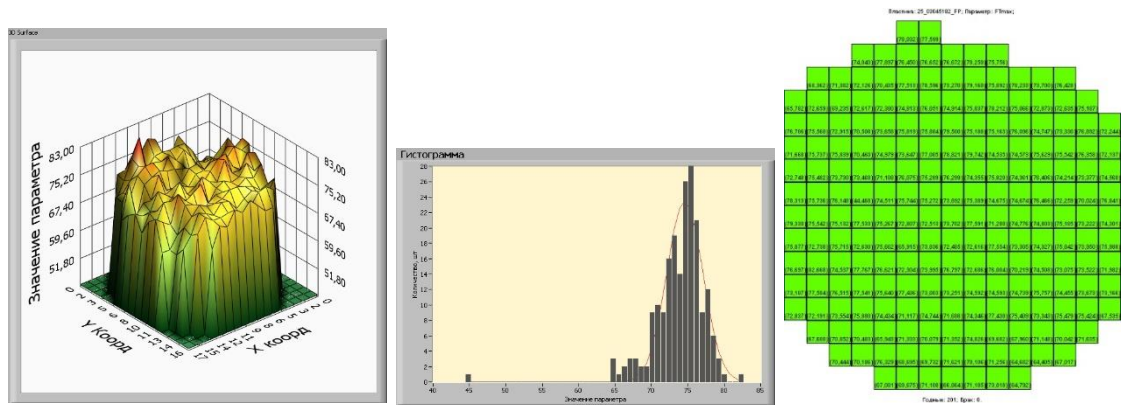
- ток насыщения;
- напряжение отсечки;
- крутизна;
- пробивные напряжения.

СВЧ параметры:

S-параметры в различных режимах смещения, по результатам которых определяются следующие характеристики транзистора:

- предельная частота единичного усиления ( $F_t$ ) и режим, при котором она реализуется;
- максимально стабильный коэффициент усиления (MSG) на частоте 30 ГГц;
- удельный ток насыщения.

Ниже приводятся виды графического отображения результатов измерений.



3D

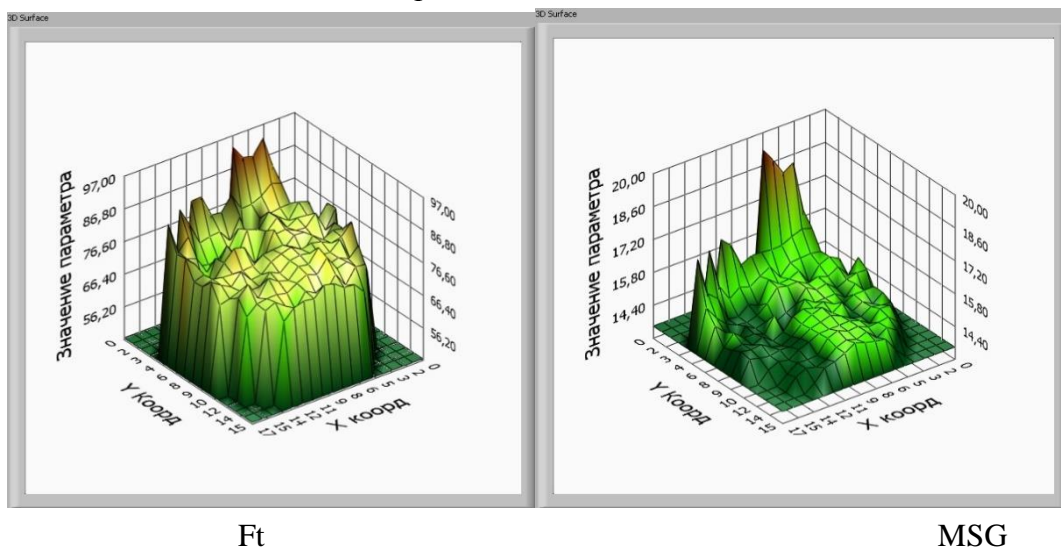
гистограмма

карта пластины

Рисунок 3.

Экспериментальные результаты.

Ниже приводятся измеренные характеристики и их статистика по пластине на примере предельной частота единичного усиления и максимально стабильного коэффициента усиления на частоте 30 ГГц в виде 3D карт.



Ft

MSG

Рисунок 4.

Результаты анализа аномальных зон, в которых максимально стабильный коэффициент усиления на частоте 30 ГГц был связан с уменьшением длины затвора на 30% по сравнению со средним значением по пластине. Это позволило составить конкретный план работ по стабилизации пониженной длины затвора по всей поверхности пластины.

### Заключение

Разработана конструкция параметрического монитора, которая позволяет детально анализировать ключевые параметры технологического процесса по всей площади полупроводниковой пластины.

### Библиографический список.

1. Материалы семинара фирмы UMS, Радиокomp 2011.