

16a  
83941

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
ВЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

# КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ ДАНЫХ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

Сборник научных статей  
Международной конференции  
(4-8 сентября 1995 года, Минск)  
Том 2



Минск 1995

# Моделирование возникновения дефектов в устройствах памяти с интеграцией на пластине

П.П. Урбанович, С.А. Майоров  
Министерство образования и науки Республики Беларусь  
Белорусский государственный технологический университет  
Минск, БЕЛАРУСЬ

**Аннотация:** Описываются результаты моделирования распределения дефектов в системах памяти на пластине, результаты определения размеров скопленных дефектов и расчета числа резервных блоков для заданного выхода годных таких систем.

**Ключевые слова:** запоминающее устройство, кристаллы памяти, дефекты, избыточность.

## 1. Введение

Новым и перспективным направлением в создании запоминающих устройств (ЗУ) сверхбольшой информационной емкости ЗУ является интеграция на целой пластине [1]. Ее сущность заключается в создании системы памяти сверхбольшой информационной емкости, расположенной на целой полупроводниковой пластине (так называемые WSI) с многоуровневой организацией. При этом возможно использование как полностью годных, так и частично годных кристаллов, что существенно повышает эффективность их использования.

Применение подобных систем памяти позволит отказаться от традиционных накопителей на магнитных дисках. Тем не менее, исследования по проблеме создания WSI на базе ИС сверхвысокой степени интеграции находятся в начальной стадии и являются достаточно объемными. Как было отмечено на международной конференции, организованной IEEE [2] и посвященной проблемам создания WSI, наиболее актуальными задачами в этом направлении являются исследования,

касающиеся разработки моделей распределения годных кристаллов на пластинах, размера исходных блоков и определения объема структурной избыточности.

## 2. Определение числа и размера структурных блоков в системах памяти на пластинах

Статистические исследования [3], проведенные при тестировании кристаллов на пластинах показали, что распределение годных кристаллов подчиняется нормальному закону. При этом количество необходимых резервных блоков можно определить используя функцию Лапласа из выражения

$$P(S \geq S_r) = 0.5 - \Phi(S_r), \quad (1)$$

где  $P(S \geq S_r)$  - требуемый выход годных пластин с числом исправных кристаллов не менее  $S_r$ ,  $\Phi(S_r)$  - функция Лапласа. Разность между общим числом блоков  $S_0$  и требуемым  $S_r$  дает необходимое количество резервных кристаллов (блоков).

Выбор размера блоков, которые в дальнейшем будут объединяться в единую систему представляет собой решение противоречивой задачи. С одной стороны, чем меньше блоки, тем большее их количество будет годными, с другой стороны, большое количество блоков усложняет схемы объединения отдельных блоков в единую систему. Кроме того, необходимо учитывать характер распределения дефектов в самих блоках [4,5]. Определить оптимальный размер блоков (обеспечивающий приемлемое количество годных блоков при незначительном усложнении схем объединения) можно на основе закона распределения дефектов на кристаллах,

который, как известно [4,5], подчиняется обобщенному отрицательному биномиальному распределению:

$$P(x, S) = \frac{1}{x!} \cdot \frac{\Gamma(x + c/b)}{\Gamma(c/b)} \cdot e^{-(x+c/b) \cdot b \cdot S} \cdot (e^{b \cdot S} - 1)^x \quad (2)$$

где  $P(x, S)$  - вероятность нахождения  $x$  дефектов в области кристалла площадью  $S$ , коэффициенты  $b, c$  определяют среднее среднее число дефектов  $\lambda$  и параметр группирования  $\alpha$  из следующих выражений

$$\lambda = (e^{b \cdot S} - 1) \cdot \frac{c}{b} \quad (3)$$

$$\alpha = c/b \quad (4)$$

Определение среднего значения площади содержащей  $x$  дефектов  $m_{s,x}$  сводится к вычислению интеграла

$$\int_0^{\infty} \frac{\Gamma(x + c/b)}{x! \cdot \Gamma(c/b)} \cdot e^{-(x+c/b) \cdot b \cdot S} \cdot (e^{b \cdot S} - 1)^x \cdot dS \quad (5)$$

что даст значение для величины  $m_{s,x}$  равно

$$m_{s,x} = \frac{1}{c + b \cdot x} \quad (6)$$

Если в последнем выражении положить  $x = \lambda$ , то оно может служить оценкой средних размеров скоплений

дефектов. Используя эту подстановку и выражения (3),(4) получим:

$$m_{s,x} = S / (\ln(1 + \lambda / \alpha) (\lambda + \alpha)) \quad (7)$$

Подстановка в выражение (7) значений параметров  $\lambda$  и  $\alpha$  полученных для кристаллов информационной емкостью 256 кБит и равных соответственно 7 и 0.3 дает среднее значение размеров скоплений дефектов равное 0.43 от общей площади кристалла.

### Литература

1. Бернард К.К. Интеграция на целой пластине - мечта или реальность// Электроника.-1986.-т.58.-N7.-с.67-74.
2. Бернард К.К. Конференция IEEE по проблемам интеграции на пластине// Электроника.-1992.-N9/10.-с.48-50.
3. Урбанович П.П., Майоров С.А. Статистические исследования распределения годных кристаллов на пластинах// Научно-техническая конференция профессорско-преподавательского состава, посвященная 30-летию БГУИР: Тез. докл.- Минск, 1994.
4. Майоров С.А., Урбанович П.П. Определение характеристик распределения дефектов в микросхемах полупроводниковых ОЗУ// Электронная техника. Сер.3. Микроэлектроника.-1992.-Вып.1.-с.25.
5. С.Н. Stapper. Large-Area Fault Clusters and Fault Tolerance in VLSI Circuits // IBM J. Res. Develop. 1989. v.33, p.162-173.