

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



6/II-78

P14 - 11070

Б-94

667/2-78

Ю.Бух, И.Вавра

ТЕРМООБРАБОТКА Т-МОП - СТРУКТУР

1977

P14 - 11070

Ю.Бух, И.Вавра*

ТЕРМООБРАБОТКА Т-МОП - СТРУКТУР

Направлено в "Thin Solid Films"



* Электротехнический институт САН, Братислава, ЧССР.

Термообработка Т-МОП-структур

На основе анализа энергетических спектров упругого рассеяния ^3He (3,0 МэВ) исследовано изменение концентрационного профиля молибдена и кремния в Т-МОП-структурах после их отжига при температуре 900°C в течение 60 минут. Подсчитаны поверхностные плотности продифундировавших атомов кремния и молибдена, которые составляли $3,6 \cdot 10^{17}$ атомов Si на см^2 и $1,06 \cdot 10^{17}$ атомов Mo на см^2 соответственно.

Работа выполнена в Отделе новых методов ускорения ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1977

Heat Treatment of R/MOS Structures

The influence of R/MOS structures annealing (900°C for 60 min) upon silicon and molybdenum concentration profiles was investigated by means of the energy spectra of elastically scattered ^3He ions. After diffusion of Si and Mo atoms the surface densities were determined as $3,6 \times 10^{17}$ and $1,06 \times 10^{17}$ atoms per cm^2 , respectively.

The investigation has been performed at the Department of New Acceleration Methods, JINR.

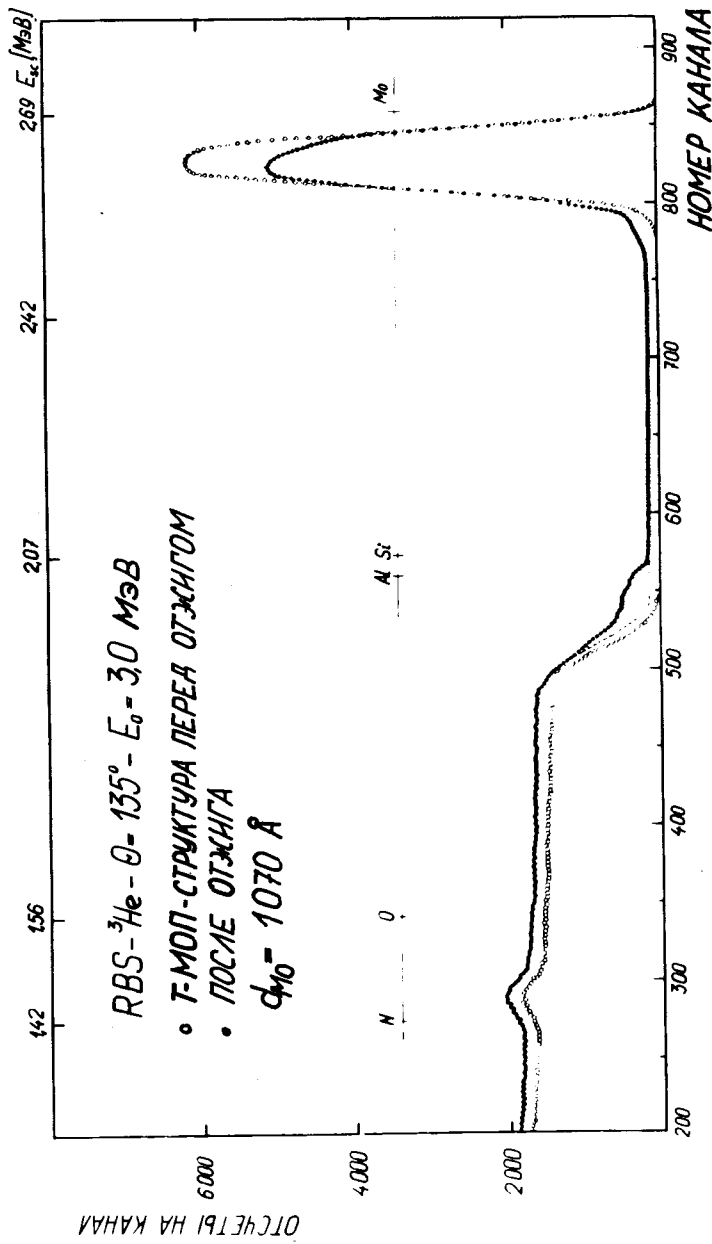
Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1977

Совершенствование исходных материалов и технологических процессов производства МОП-транзисторов /на основе структур металл - окисел - полупроводник/ и интегральных схем /ИС/ привело к значительному улучшению их параметров. Так, например, применение в качестве первого уровня металлизации тугоплавких металлов, вольфрама или молибдена привело к созданию Т-МОП-структур^{1,2,3}. Эти материалы выдерживают высокие температуры диффузионных печей /до 1200°C/ и поэтому одновременно используются и в качестве диффузионных масок, обеспечивающих самосовмещение затворов относительно областей стока и истока, что способствует уменьшению их паразитных емкостей и увеличению быстродействия ИС. Т-МОП-структуры обладают и другими достоинствами, например, повышенной помехоустойчивостью, низкими пороговыми напряжениями /что дает возможность совмещать их с биполярными схемами/, большой устойчивостью к процессам электромиграции проводящих шин. Сам процесс изготовления Т-МОП-структур и ИС не связан с усложнением технологии и должен обеспечить выход годных ИС на том же уровне, что и в обычной МОП-технологии.

В нашем случае Т-МОП-структуры были подготовлены на кремниевых подложках n-типа с ориентацией в плоскости <111>. Поверхность подложек после тщательной механической полировки была протравлена в парах HCl.

На подложках пиролитически выращивалась пленка двуокиси кремния SiO_2 толщиной 1000 Å.

Пленка тугоплавкого металла, молибдена, наносилась его испарением при помощи электронной пушки при давлении $5 \cdot 10^{-8}$ Тор в сухом вакууме.



Энергетические спектры упругого рассеяния ^3He от Т-МОП-структур. Заштрихованы площади в спектрах, пропорциональные поверхностным плотностям продиффузировавшихся атомов молибдена и кремния.

Приготовленные таким образом Т-МОП-структуры подвергались высокотемпературному отжигу при 900°C в течение 60 мин в сухом вакууме при давлении $5 \cdot 10^{-8} \text{ Тор}$.

Исследование влияния такой термообработки на Т-МОП-структуры мы осуществляли методом упругого рассеяния ионов $^3\text{He}/3,0 \text{ МэВ/}$ на большие углы $^{14/}$. Характеристические энергетические спектры от Т-МОП-структур приведены на рисунке.

Начало главного пика при энергии $2,69 \text{ МэВ}$ соответствует рассеянию от пленки Мо с поверхностной плотностью молибдена $6,85 \cdot 10^{17} \text{ атомов на см}^2$. Начала плато от кремниевой подложки и от пика, соответствующего кислороду /в пленке SiO_2 /, смещены за счет энергетических потерь пучка в пленке Мо.

Энергетический спектр от Т-МОП-структур после термообработки существенно изменился. Произошла равномерная диффузия атомов Мо через окисную пленку SiO_2 в глубь кремниевой подложки /наблюдается смещение всего спектра по высоте/. Плотность потока продиффузировавшегося молибдена равна $1,06 \cdot 10^{17} \text{ атомов на см}^2$, что составляет 15,5% от общего числа атомов в пленке и соответствует 66 моноатомным слоям молибдена. Одновременно наблюдается диффузия атомов кремния через пленку молибдена и на ее поверхность. Это видно по смещению начала плато к расчетной энергии / $2,07 \text{ МэВ/}$. Определена поверхностная плотность продиффузировавшихся атомов кремния, которая равна $3,6 \cdot 10^{17} \text{ атомов на см}^2$, что соответствует 263 моноатомным слоям кремния.

В заключение нужно отметить, что термообработка приготовленных нами Т-МОП-структур приводила к диффузии кремния и молибдена и существенному изменению их концентрационных профилей, что может в условиях производства приводить к заметному ухудшению их параметров и понижению выхода годных ИС.

Авторы благодарят Г.М.Осетинского за помощь в проведении эксперимента и обсуждение результатов работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Laughton W. *Electronics*, 1971, 44, No. 8, p.68.
2. Sinha A. e.a. *J.Vac.Sci.Technol.*, 1973, 10, p.436.
3. Wagner R. e.a. *J.Vac.Sci.Technol.*, 1974, 11, p.582.
4. Бух Ю. и др. ОИЯИ, Р14-10021, Дубна, 1976.

*Рукопись поступила в издательский отдел
10 ноября 1977 года.*