

УДК 621.383

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ PIN-ФОТОДИОДОВ НА КРЕМНИИ

В. П. Астахов, Д. А. Гиндин, В. В. Карпов, К. В. Сорокин
ОАО «Московский завод «Сапфир»», Москва, Россия

Представлены результаты исследований вольт-амперных характеристик (ВАХ) планарных ионно-легированных и диффузионных pin-диодов с охранным кольцом и без него на высокоомном p-кремнии. Показано, что имплантация периферии планарных n^+ -р-переходов ионами Ar^+ или N_2^+ с энергией 100 кэВ и дозами выше пороговой величины, индивидуальной для каждого способа легирования, деформирует и прямую, и обратную ветви ВАХ в сторону "идеальных": коэффициент неидеальности прямой ветви приближается к 1, а показатель степени "n" обратной ветви вида $I \sim U^n$ — к 0,5. Кардинальные улучшения наблюдаются в структурах обоих типов — с охранным кольцом и без него. При этом ВАХ ионно-легированных и "плохих" диффузионных структур становятся соответствующими ВАХ лучших диффузионных pin-фотодиодов, получаемых в условиях производства ОАО «Московский завод «Сапфир»».

По мере развития ионной имплантации (ИИ) расширяется сфера ее применения при производстве приборов полупроводниковой электроники и фотоэлектроники. В то же время при производстве pin-фотодиодов на основе высокоомного кремния ИИ не применяется. Технология изготовления этих приборов со времени ее разработки до сегодняшнего дня основывается на высокотемператур-

ных диффузионных и окислительных процессах, для проведения которых требуются огромные затраты электроэнергии (одна диффузионная печь типа СДО-3-125 потребляет 120 кВт при длительности процессов 6—10 ч) и воды для охлаждения, а также дорогостоящие очищенные и осушенные газы: аргон, кислород, азот. При современной дороговизне и дефиците электроэнергии, воды и газов актуальным является переход на менее энергоемкие процессы с ограниченным потреблением воды и газов. Этому требованию в полной мере отвечает ИИ, так как все процессы загонки примеси и защиты поверхности планарных $p-n$ -переходов с ее применением могут производиться на промышленных установках, например, типа "Везувий-5" с потребляемой мощностью до 15 кВт. Такие процессы имеют меньшую продолжительность, чем диффузионные, а постимплантационный отжиг для обоих типов примеси, применяемых для формирования $p-n$ -перехода и омического контакта, может быть одновременным и к тому же выполнять функции геттерирования. Такой отжиг может производиться в компактных вакуумных установках лабораторного типа с энергопотреблением до 5—10 кВт.

Наилучшие результаты по изготовлению планарных pin -диодов с применением ИИ как для загонки примеси, так и для защиты поверхности продемонстрированы в работе [1]. При этом использовался кремний p -типа проводимости с удельным сопротивлением 200 и 1500 Ом·см и двухстадийная имплантация ионов P^+ (сначала при энергии ионов и дозе имплантации соответственно $E_1 = 60$ кэВ и $\Phi_1 = 6 \cdot 10^{15}$ см⁻², а затем $E_2 = 20$ кэВ и $\Phi_2 = 2 \cdot 10^{15}$ см⁻²). Постимплантационный отжиг был также многостадийным (от 450 до 800 °С через 50 °С в течение 0,5 ч на каждой стадии). Для защиты поверхности применялась двухстадийная имплантация ионов N^+ : $E_1 = 60$ кэВ, $\Phi_1 = 10^{14}$ см⁻² и $E_2 = 20$ кэВ, $\Phi_2 = 6 \cdot 10^{16}$ см⁻², при которой на второй стадии происходило формирование поверхностной аморфной пленки Si_3N_4 .

Практический интерес представляет изучение возможности снижения дозы имплантации и применения других дефектообразующих ионов при защите поверхности, поскольку защиту обеспечивает дефектный слой с изоляционными свойствами, который может быть получен, например, при имплантации ионов Ag^+ с "малыми" и "средними" дозами (10^{10} – 10^{14} см⁻²) [2], а не только при "больших" дозах имплантации ионов N^+ или O^+ , как это продемонстрировано в работах [3—7]. Представляет также интерес изучение особенностей защиты поверхности планарных $p-n$ -переходов с различной глубиной залегания в различных типах приборных структур с помощью имплантации дефектообразующих ионов.

В связи с этим в данной работе поставлена задача в условиях одного эксперимента на приборных структурах с охранным кольцом (ОК), традиционно используемым в pin -фотодиодах, и без ОК определить минимальные дозы имплантации ионов N_2^+ и Ag^+ , обеспечивающие стабильную защиту поверхности "мелких" и "глубоких" планарных n^+-p -переходов на основе высокоомного p -кремния. При этом ионы N_2^+ , а не N^+ , как в работе [1], выбраны, исходя из данных работы [8], согласно которым ионы N_2^+ обладают большей эффективностью дефектообразования.

Методика эксперимента

Во всех случаях исходными были пластины кремния p -типа проводимости с удельным сопротивлением ~ 3—5 кОм·см, ориентацией (111) и толщиной 0,4 мм, прошедшие двухстороннюю шлифовку на корундовых микропорошках, химико-механическую и химико-динамическую полировки. "Мелкие" n^+-p -переходы (1 мкм) создавались имплантацией ионов P^+ в двухстадийном режиме в соответствии с моделью работы [9] ($E_1 = 40$ кэВ, $\Phi_1 = 10^{15}$ см⁻² и $E_2 = 80$ кэВ,

$\Phi_2 = 2 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-2}$) и последующим двухстадийным отжигом, режимы которого выбраны на основе работы [10] ($T_1 = 600 \text{ }^\circ\text{C}$, $t = 0,5 \text{ ч}$ и $T_2 = 900 \text{ }^\circ\text{C}$, $t = 0,5 \text{ ч}$). Имплантация производилась через маску из никелевой фольги с отверстием диаметром 15 мм в центре пластины. Эти приборные структуры не имели ОК (рис. 1, а).

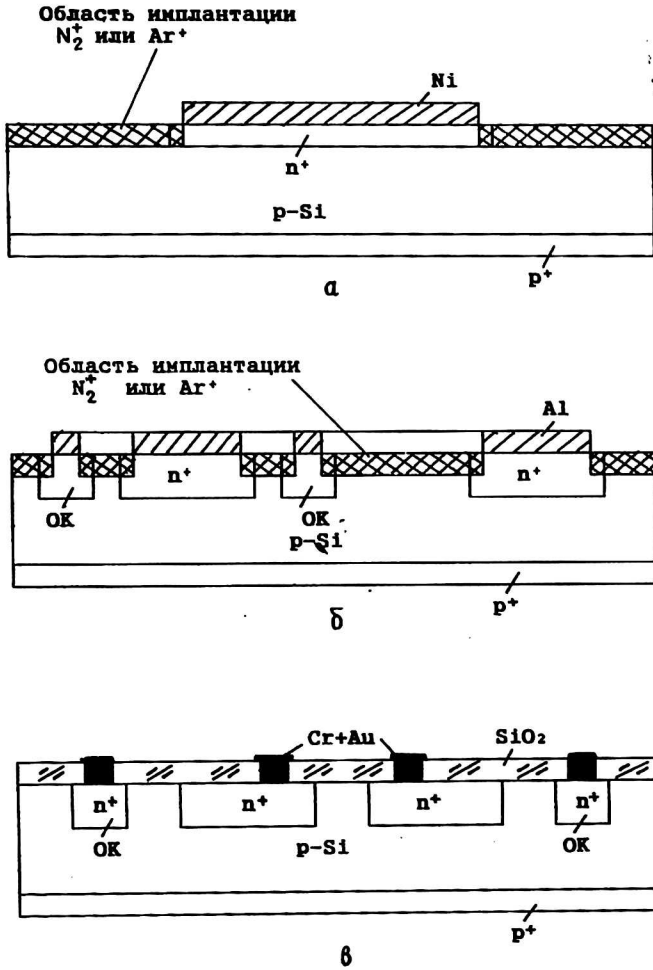


Рис. 1. Приборные структуры:
а — с "мелкими" n^+ - p -переходами; б — с "глубокими"; в — контрольных образцов

"Глубокие" n^+ - p -переходы формировались диффузией фосфора через маску из пленки SiO_2 , полученной окислением на предыдущем этапе. Загонка производилась в атмосфере осушенного азота в течение 3 ч при температуре $950 \text{ }^\circ\text{C}$, разгонка — при температуре $950-1050-950 \text{ }^\circ\text{C}$ в атмосфере кислорода (сухой—влажный—сухой с продолжительностью, соответственно, 0,5—1—0,5 ч). Приборные структуры в пределах одной пластины в этом случае были двух типов — с ОК и без него (см. рис. 1, б). В обоих случаях диаметр исследуемых n^+ - p -переходов составлял 3 мм. Ширина ОК (дополнительный кольцевой n^+ - p -переход вокруг основного, отделенный от него расстоянием 0,2 мм, создаваемый одновременно с ним и имеющий отдельный кольцевой вывод) составляет 0,5 мм.

Омический контакт p^+ -типа и для "мелких", и для "глубоких" n^+ - p -переходов формировался на обратной стороне пластины на конечном этапе изготов-

ления приборных структур имплантацией ионов BF_2^+ ($E = 100$ кэВ, $\Phi = 2 \cdot 10^{15}$ см^{-2}) и последующим отжигом при температуре 900°C в течение 0,5 ч. При этих режимах ИИ и отжига согласно [11] происходит также эффективное геттерирование объема кристалла.

После изготовления приборных структур производилась имплантация периферии $n^+ - p$ -переходов ионами Ag^+ или N_2^+ с энергией 100 кэВ и дозами в диапазоне $(1-6) \cdot 10^{16}$ см^{-2} . При этой имплантации маской, защищающей центральную часть площади “мелких” $n^+ - p$ -переходов, была приклеенная никелевая фольга (см. рис. 1, а), а для “глубоких” $n^+ - p$ -переходов — пленка алюминия толщиной 1 мкм, напыленная на поверхность пластины после травли маскирующей и защитной пленки SiO_2 (см. рис. 1, б). Имплантируемая поверхность включает в себя всю поверхностную область p -типа и захватывает область n^+ -типа шириной $\sim 0,2$ мм, примыкающую к планарной границе для “мелких” $n^+ - p$ -переходов, и шириной $\sim 0,1$ мм — для “глубоких” $n^+ - p$ -переходов.

Для оценки стабильности выбранного метода защиты поверхности производился прогрев приборных структур в вакууме при температуре 500°C в течение 4 ч.

Изготовление приборных структур, имплантация периферии $n^+ - p$ -переходов и прогрев сопровождались измерением прямых и обратных ветвей темновых вольт-амперных характеристик (ВАХ), а также времени жизни неосновных носителей заряда в базе по переходным характеристикам диодов [12]. При этом ВАХ структур с ОК измерялись в схеме, представленной на рис. 2.

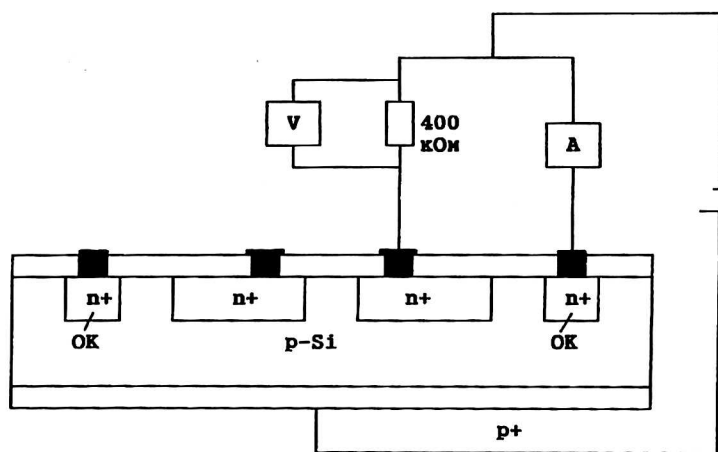


Рис. 2. Схема измерения вольт-амперных характеристик с охраняемым кольцом

В качестве контрольных образцов использовались квадрантные планарные диффузионные *pin*-фотодиоды с ОК и диаметром описывающей окружности фоточувствительных площадок ($n^+ - p$ -переходов) 15 мм (см. рис. 1, б), имевшие наилучшие темновые ВАХ, получаемые в условиях производства ОАО «Московский завод “Сапфир”».

Экспериментальные результаты

Изменение обратных ветвей ВАХ “мелких” (ионно-легированных) $n^+ - p$ -переходов в результате имплантации периферии ионами N_2^+ или Ag^+ и прогрева демонстрирует рис. 3. Из данных этого рисунка следует, что имплантация ионов Ag^+ , и ионов N_2^+ с дозой 10^{16} см^{-2} приводит к резкому уменьшению темновых

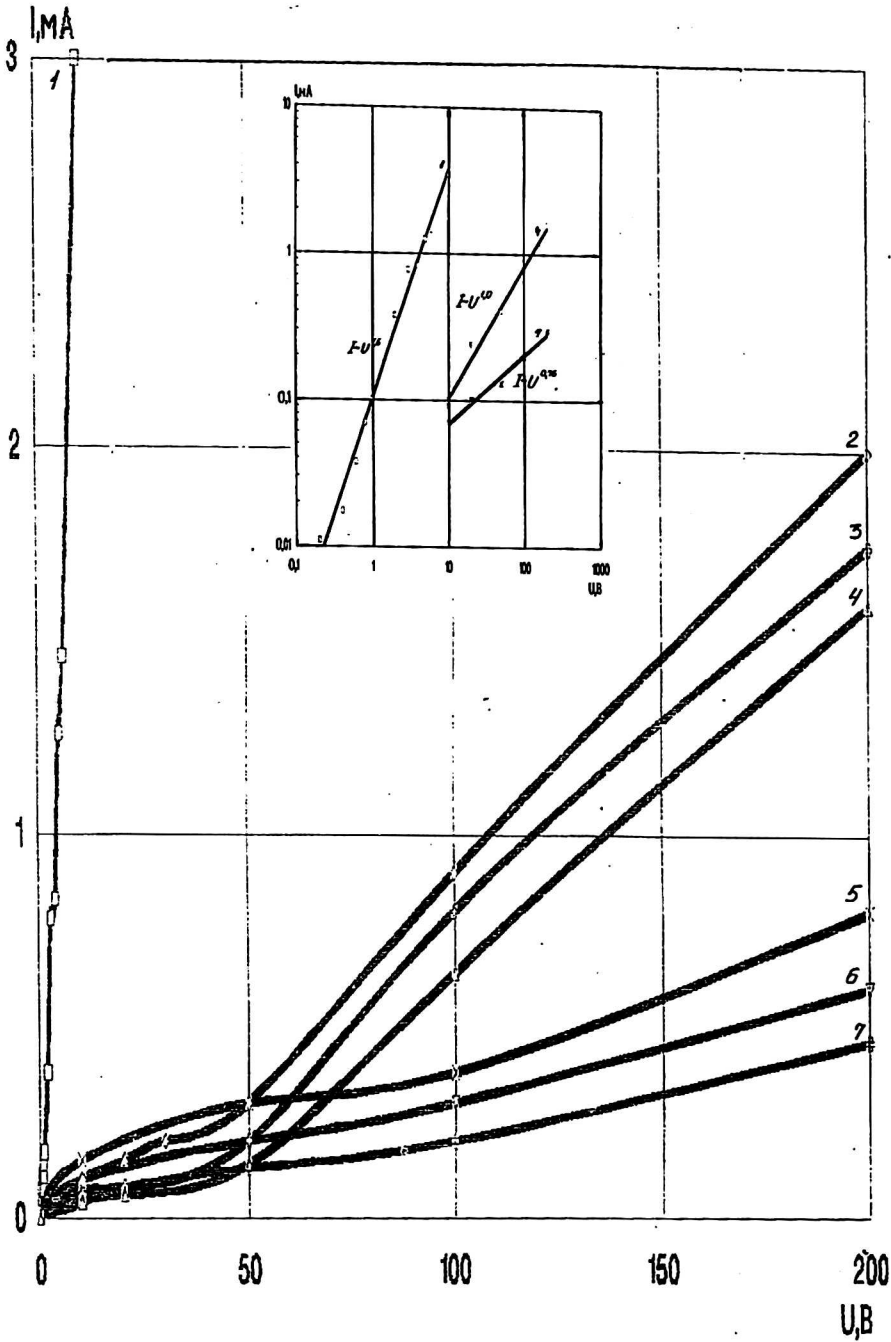


Рис. 3. Обратные ветви ВАХ "мелких" (ионно-легированных) p^+ - r -переходов

до и после имплантации периферии и прогрева:

- 1 — исходная структура; 2 — после имплантации ионов Ar^+ ($E = 100$ кэВ; $\Phi = 10^{16}$ $см^{-2}$); 3 — после имплантации ионов Ar^+ ($E = 100$ кэВ; $\Phi = 10^{16}$ $см^{-2}$) и прогрева; 4 — после имплантации ионов Ar^+ ($E = 100$ кэВ; $\Phi = 3 \cdot 10^{16}$ $см^{-2}$); 5 — после имплантации ионов N_2^+ ($E = 100$ кэВ; $\Phi = 10^{16}$ $см^{-2}$); 6 — после имплантации ионов N_2^+ ($E = 100$ кэВ; $\Phi = 10^{16}$ $см^{-2}$) и прогрева; 7 — после имплантации ионов N_2^+ ($E = 100$ кэВ; $\Phi = 3 \cdot 10^{16}$ $см^{-2}$)

токов, причем для напряжений свыше 50 В положительное влияние существенно выше для ионов N_2^+ . Прогрев также несколько стимулирует снижение уровня темновых токов, однако более эффективно действует увеличение дозы имплантации до $3 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$. Дальнейшее возрастание дозы на этих образцах существенного эффекта не дает. В общем применение имплантации периферии позволяет снизить на два порядка величины и более темновой ток при $U = 200 \text{ В}$.

Из данных рис. 3 видно, что обратные ветви ВАХ исследуемых $n^+ - p$ -переходов имеют степенной характер ($I \sim U^n$) и при этом имплантация периферии приводит к уменьшению показателя степени от 1,6 для исходных структур до 1 — для ионов Ag^+ и 0,76 — для ионов N_2^+ . Таким образом, обратный темновой ток исходных ионно-легированных структур обусловлен поверхностной генерацией, которая нейтрализуется имплантацией ионов Ag^+ или N_2^+ , причем в большей мере приближает ВАХ к виду $I \sim U^{0,5}$, соответствующему теории Шокли-Нойса-Саа, именно имплантация ионов N_2^+ . Большую эффективность имплантации ионов N_2^+ можно объяснить тем, что образуемый при этом дефектный слой обладает лучшими изолирующими свойствами за счет образования химических связей $Si-N$ и, кроме того, имеет большую толщину из-за меньшей массы ионов N_2^+ [1, 3, 4].

Как видно из данных на вставке рис. 4, зависимость прямой ветви ВАХ ионно-легированных $n^+ - p$ -переходов от режима имплантации периферии не менее значительна, чем зависимость обратной ветви ВАХ, чего не отмечалось в предшествующих работах. При имплантации периферии крутизна прямой ветви ВАХ возрастает, а напряжение отсечки падает от 2,5 В у исходных структур до 0,75 В после оптимальной дозы ($3 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$) имплантации ионов N_2^+ . Как и для обратной ветви ВАХ прогрев при температуре 500 °С после имплантации периферии не приводит к качественному, а лишь к слабому улучшению прямой ветви ВАХ. Расчет прямой ветви ВАХ в соответствии с выражением $j = j_0 \exp(eU/\beta kT)$ показал, что величина коэффициента неидеальности β уменьшается от 1,85 у исходных структур до 1,2 и 1,05 — для оптимальной дозы ($3 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$) соответственно ионов Ag^+ и N_2^+ (см. рис. 4). Такое изменение ВАХ объясняется уменьшением вклада тока поверхностной рекомбинации в прямой ток при имплантации периферии $n^+ - p$ -перехода, причем в большей мере этот вклад уменьшается при имплантации ионов N_2^+ , чем ионов Ag^+ .

Влияние имплантации ионов N_2^+ периферии “глубоких” (диффузионных) $n^+ - p$ -переходов, имеющих и не имеющих ОК, на обратные ветви ВАХ представлены на рис. 5. Как и в предыдущем случае, имплантация ионов Ag^+ давала близкие, но несколько худшие результаты. Прогрев также несколько уменьшал темновой ток. Положительное влияние имплантации на ВАХ обоих типов структур проявляется только после имплантации дозы не менее $6 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$. При этом все ВАХ аппроксимируются степенной зависимостью $I \sim U^n$ и величина n уменьшается от 1,2 до имплантации до 0,74 — после оптимальной дозы имплантации. Время жизни электронов в базе таких структур составляет 10—20 мкс, в то время как в ионно-легированных структурах оно составляет 80—90 мкс. При этом не наблюдается ухудшения прямой ветви ВАХ облученных структур по сравнению с контрольными образцами (коэффициент неидеальности не превышает значения 1,15).

Обсуждение результатов

Как следует из представленных данных, имплантация ионов Ag^+ или N_2^+ с энергией 100 кэВ по периферии планарных $n^+ - p$ -переходов на высокоомном кремнии с захватом границы n^+ -области при пороговых дозах имплантации и выше приводит к качественному улучшению прямых и обратных ветвей ВАХ,

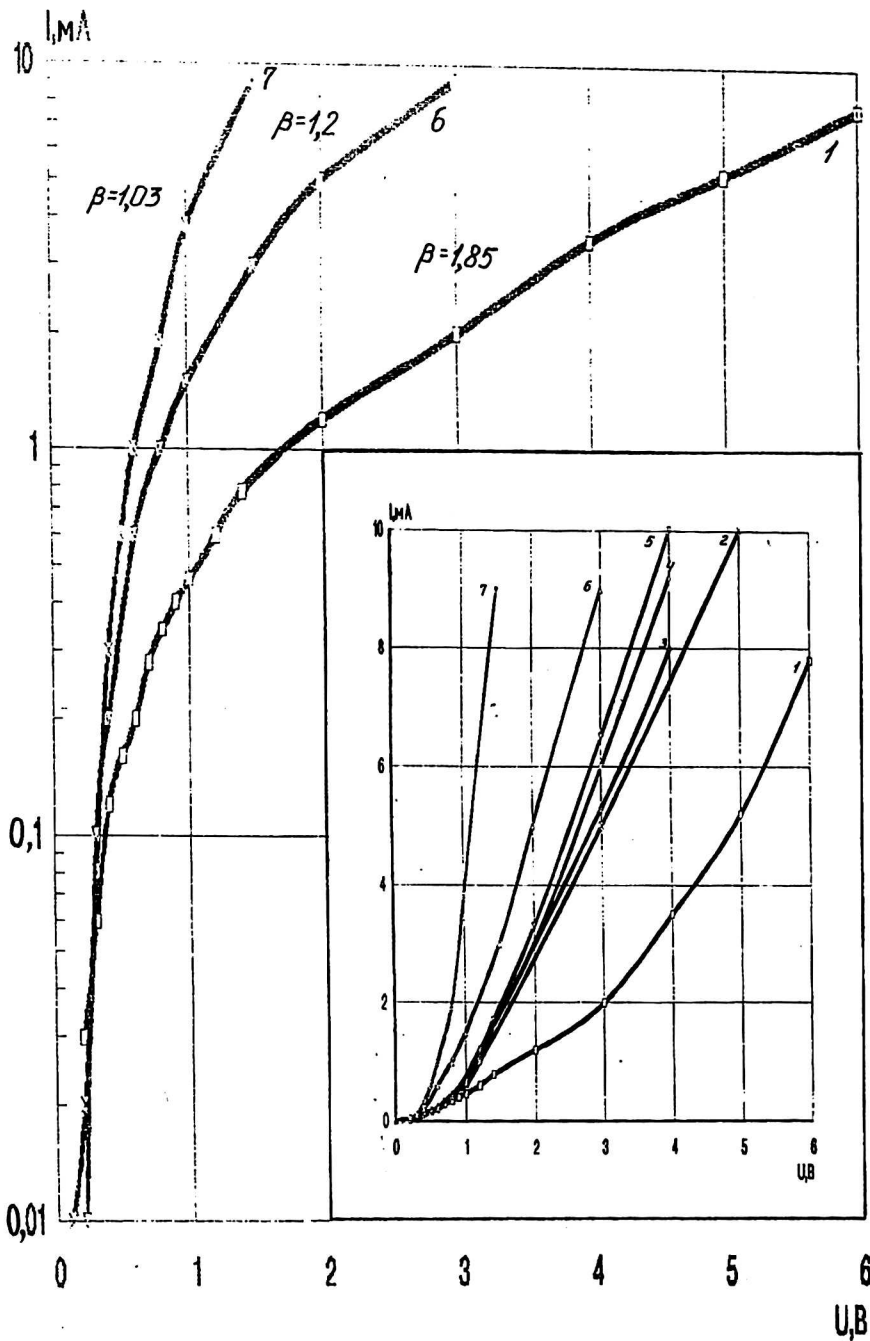


Рис. 4. Прямые ветви ВАХ ионно-легированных p^+ - n -переходов до и после имплантации периферии и прогрева:

- 1 — исходная структура; 2 — после имплантации ионов Ag^+ ($E = 100$ кэВ; $\Phi = 10^{16}$ см $^{-2}$); 3 — после имплантации ионов Ag^+ ($E = 100$ кэВ; $\Phi = 10^{16}$ см $^{-2}$) и прогрева; 4 — после имплантации ионов N_2^+ ($E = 100$ кэВ; $\Phi = 10^{16}$ см $^{-2}$); 5 — после имплантации ионов N_2^+ ($E = 100$ кэВ; $\Phi = 10^{16}$ см $^{-2}$) и прогрева; 6 — после имплантации ионов Ag^+ ($E = 100$ кэВ; $\Phi = 3 \cdot 10^{16}$ см $^{-2}$); 7 — после имплантации ионов N_2^+ ($E = 100$ кэВ; $\Phi = 3 \cdot 10^{16}$ см $^{-2}$)

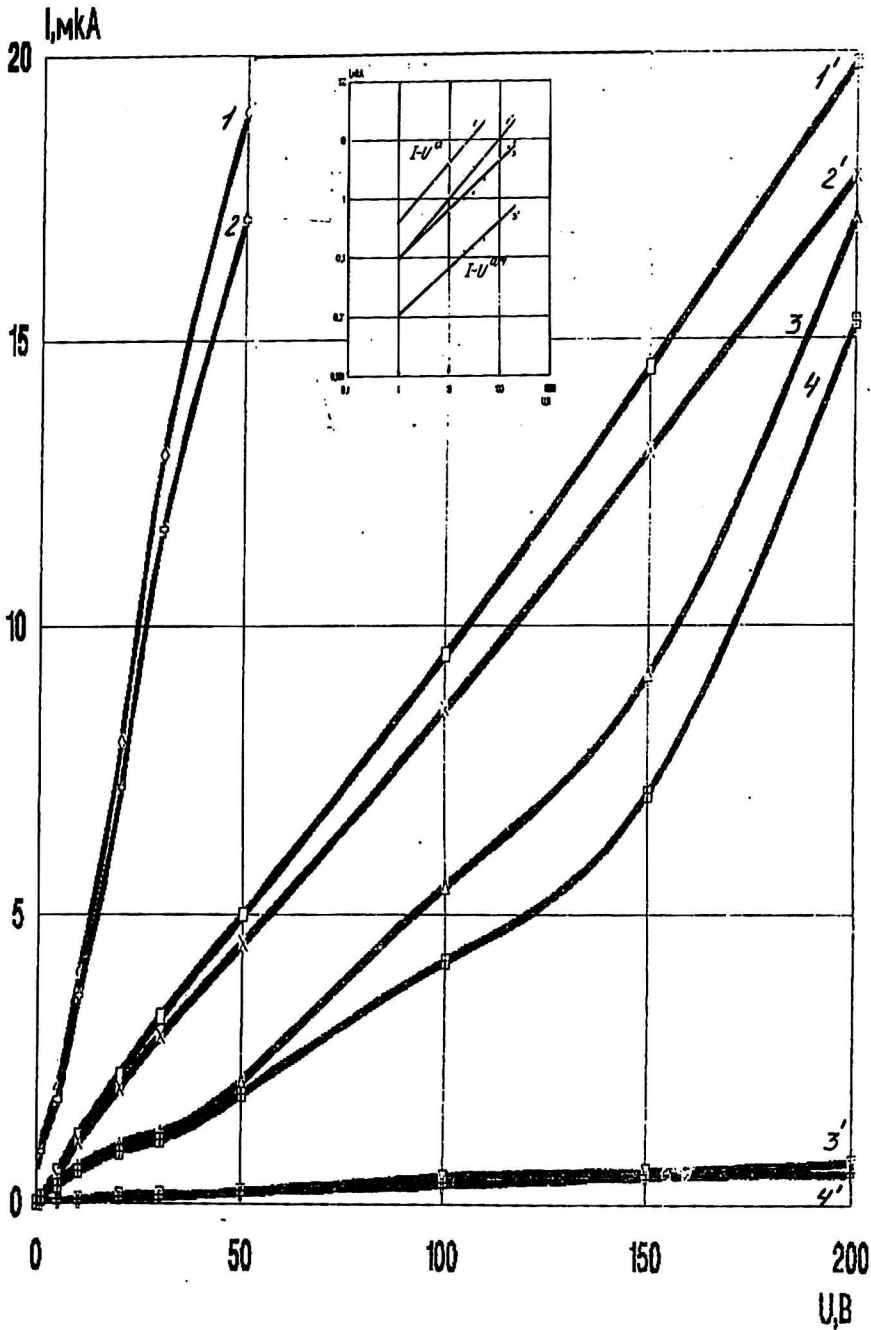


Рис. 5. Обратные ветви ВАХ "глубоких" (диффузионных) p^+-p -переходов без ОК (1—4) и с ОК (1'—4') до и после имплантации периферии и прогрева:

1 и 1' — исходные структуры; 2 и 2' — после имплантации ионов N_2^+ ($E = 100$ кэВ; $\Phi = 10^{16}$ см $^{-2}$); 3 и 3' — после имплантации ионов N_2^+ ($E = 100$ кэВ; $\Phi = 6 \cdot 10^{16}$ см $^{-2}$); 4 и 4' — после имплантации ионов N_2^+ ($E = 100$ кэВ; $\Phi = 6 \cdot 10^{16}$ см $^{-2}$) и прогрева

устраняя поверхностные, соответственно, рекомбинационный и генерационный токи. Это происходит за счет формирования дефектного поверхностного слоя с изолирующими свойствами взамен исходной поверхности, шунтировавшей металлургическую границу $n^+ - p$ -перехода. При прямом смещении поверхностные токи утечки и рекомбинации прерываются этим слоем, а при обратном смещении электрическое поле фактически не проникает в него из-за экранирования дефектами; поверхностные токи утечки оказываются при этом незначительными из-за высокого сопротивления такого слоя. Характерно, что для "мелких" $n^+ - p$ -переходов достаточно дозы $3 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$ для того, чтобы получить наибольший положительный эффект, в то время как для "глубоких" $n^+ - p$ -переходов требуется доза не менее $6 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$. Эти данные свидетельствуют о том, что для получения положительного эффекта требуется соответствие глубины залегания $n^+ - p$ -перехода и толщины дефектного слоя, которая растет с дозой имплантации.

Следует отметить несколько лучшие результаты при имплантации ионов N_2^+ по сравнению с ионами Ag^+ . Как уже отмечалось, это связано с более высокими диэлектрическими свойствами и большей толщиной дефектных слоев, получаемых имплантацией ионов N_2^+ . Данные по прогревам свидетельствуют о стабильности и даже некотором улучшении изолирующих свойств получаемых дефектных слоев, что имеет большое практическое значение, так как позволяет проводить технологические операции (например напыление металлизации) после имплантации ионов N_2^+ .

Представленные на рис. 6 обратные ветви ВАХ, приведенные к одной площади $n^+ - p$ -переходов, свидетельствуют о том, что имплантация периферии почти вплотную приближает "плохие" диффузионные и ионно-легированные $n^+ - p$ -переходы к лучшим диффузионным $n^+ - p$ -переходам, получающимся достаточно редко. Это подтверждает мнение большинства технологов о том, что избыточные темновые токи pin -фотодиодов определяются состоянием поверхности, и свидетельствует о возможности их уменьшения или устранения той обработкой, которая применена в данной работе. Эти данные (см. рис. 6) свидетельствуют также о том, что несмотря на традиционные сомнения разработчиков pin -фотодиодов в такой возможности, в данной работе получены ионно-легированные $n^+ - p$ -переходы, качество металлургической границы которых соответствует качеству металлургической границы лучших диффузионных $n^+ - p$ -переходов. При этом уровень темновых токов полученных $n^+ - p$ -переходов несколько выше, чем в работе [5] ($7 \cdot 10^{-6} \text{ А} \cdot \text{см}^{-2}$ при 50 В). Такое отличие, на наш взгляд, обусловлено разницей в обработке поверхности исходных пластин, заключающейся в величине съема при химико-динамической полировке ($\sim 50 \text{ мкм}$ в нашем случае по сравнению с $\sim 100 \text{ мкм}$ — в работе [5]).

Следует отметить значительное положительное влияние ОК как до, так и после имплантации периферии, когда темновой ток таких структур при $U = 200 \text{ В}$ уменьшился в 100 раз.

Учитывая, что для этих экспериментов отбирались исходные структуры с ОК со "средним" и "высоким" уровнем темновых токов, представленные результаты свидетельствуют о возможности существенного повышения выхода годных по темновым токам структур за счет дополнительной обработки периферии $n^+ - p$ -переходов имплантацией ионов N_2^+ .

Таким образом, в данной работе показаны возможности как улучшения ВАХ планарных диффузионных pin -фотодиодов, так и создания таких фотодиодов с применением III, если будет решена проблема просветления поверхности (например последующим нанесением пиролитической пленки SiO_2) или, если просветлением можно пренебречь.

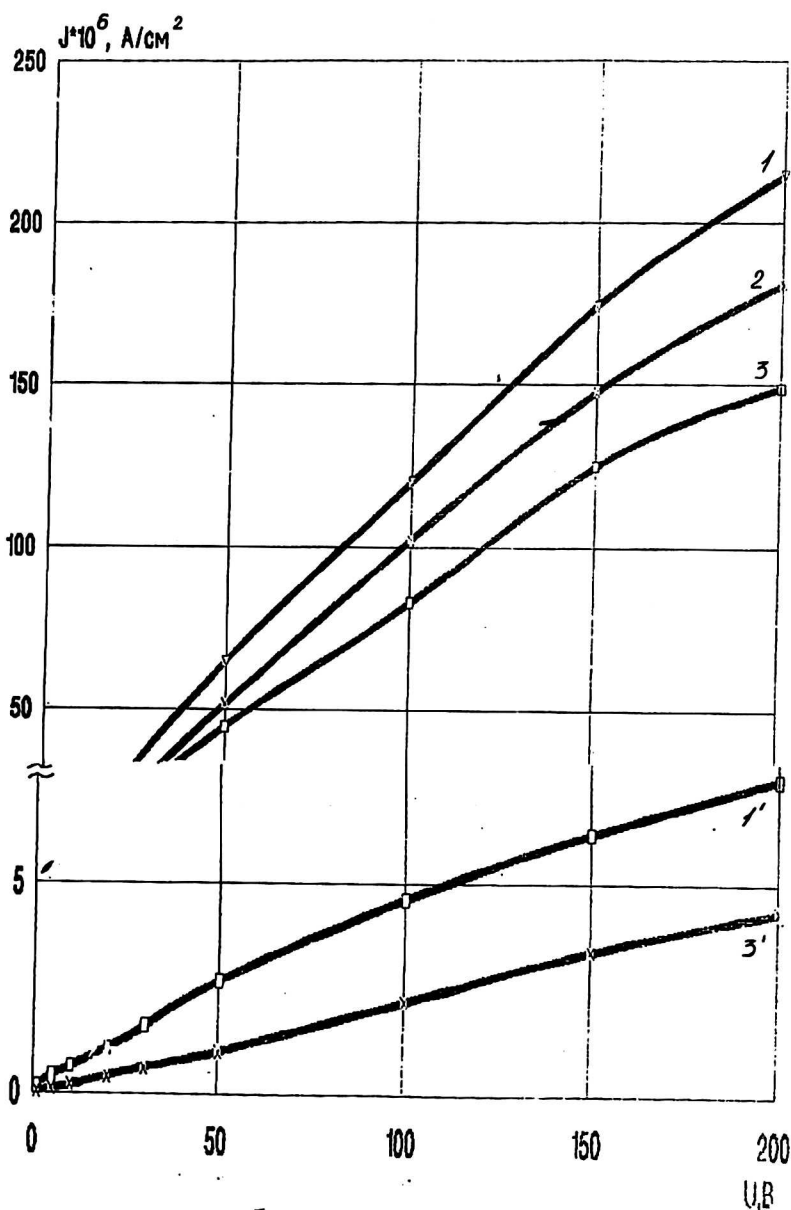


Рис. 6. Обратные ветви ВАХ ионно-легированных и диффузионных приборных структур с ОК (1', 3') и без ОК (1—3), имплантированных ионами N_2^+ , в сравнении с ВАХ контрольных диффузионных ррп-фотодиодов:
 1 и 1' — диффузионные ("худшие" и "средние") n^+ - p -переходы после имплантации ионов N_2^+ ($E = 100 \text{ кэВ}$; $\Phi = 6 \cdot 10^{16} \text{ см}^2$);
 2 — ионно-легированные n^+ - p -переходы после имплантации ионов N_2^+ ($E = 100 \text{ кэВ}$; $\Phi = 3 \cdot 10^{16} \text{ см}^2$);
 3 и 3' — контрольные (лучшие) диффузионные структуры

Выводы

1. Обработка периферии планарных n^+ - p -переходов, созданных ионной имплантацией или диффузией, ионами N_2^+ или Ag с энергией 100 кэВ при захвате планарной границы и частично n^+ -области приводит к значительному улучшению прямых и обратных ветвей ВАХ. Для ионно-легированных n^+ - p -переходов наи-

лучшие ВАХ получаются при достижении дозы $3 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$, в то время как существенное улучшение ВАХ диффузионных $n^+ - p$ -переходов достигается только при дозе $6 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$.

2. Имплантация ионов N_2^+ и Ar^+ в одинаковых режимах приводит к сравнимым результатам с некоторым преимуществом имплантации ионов N_2^+ .

3. Вакуумный прогрев при температуре 500°C в течение 4 ч незначительно улучшает ВАХ обработанных $n^+ - p$ -переходов обоих типов.

4. $n^+ - p$ -переходы, созданные ионной имплантацией, обладают электрическими характеристиками, близкими к характеристикам лучших диффузионных $n^+ - p$ -переходов.

5. Значительный положительный эффект обработки периферии планарных $n^+ - p$ -переходов ионами N_2^+ наблюдается также в приборных структурах *pin*-фотодиодов с ОК.

Л и т е р а т у р а

1. Астахов В. П., Дроздов Ю. Н., Карашев Т. Б., Рубцов В. А., Стоянова И. Г. Свойства *pin*-диодов, изготовленных внедрением ионов с изменяющейся энергией // Электронная техника. Сер. 7. 1980. Вып. 3 (150).
2. Могро-Сомперио А. Defects of Silicon Symposium. — San Francisco, 1983. P. 595—603.
3. Bourguet P., Dupart M. // Revue de physique appliquee. 1980. № 15. P. 647—652.
4. Chiu T. Y., Oldham W. G.: International Conference of Ion Implantation // Equipment and Technology. — Berlin, 1983. P. 465—472.
5. Spinelli P. e. a. // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. 1985. V. B10/11. № 1. P. 501—505.
6. А. с. 485682. Ионно-лучевой способ изготовления планарного электронно-дырочного перехода / Карашев Т. Б., Астахов В. П., Аранович Р. М.
7. А. с. 705921. Способ создания планарного мелкозалегающего $p - n$ -перехода / Астахов В. П., Аранович Р. М., Бромберг Б. В., Дудник В. Я.
8. Аброян И. А., Никулина Л. М. Молекулярный эффект имплантации легких ионов в полупроводники // Физика и техника полупроводников. 1997. Т. 31. Вып. 10. С. 1164—1167.
9. Астахов В. П., Рубцов В. А., Аранович Р. М., Павлов П. В. Эффекты изменения энергии ионов, воздействующих на мишень при имплантации // Там же. 1981. Т. 15. № 6. С. 1140—1144.
10. Cseregi L., Chu W. K., Muller H., Mayer J. W., Sigmont T. W. An influence of temperature treatment regime on defects in ion implanted $\langle 111 \rangle$ silicon // Radiation Effects. 1976. V. 28. P. 227—233.
11. Струков Ф. В., Астахов В. П., Борискина Л. В. Геттерирующая активность дефектов имплантационного происхождения в кремнии // Поверхность. Физика, Химия, Механика. 1989. № 6. С. 92—99.
12. Носов Ю. Р. Физические основы работы полупроводникового диода в импульсном режиме. — М.: Наука, 1968.

ABOUT POSSIBILITY OF ION IMPLANTATION APPLICATION AT PIN-PHOTODIODES ON SILICON PRODUCTION

V. P. Astakhov, D. A. Gindin, V. V. Karpov, K. V. Sorokin
Joint Stoc Company «Moskovsky Plant "Sapfir"», Moscow, Russia

There is the presentation of investigation results of volt-amperes characters (VAC) planar ion-doped and diffused pin-diodes with and without guard ring. It is shown, that planar $n^+ - p$ junctions periferia of Ar^+ or N_2^+ ions implantation with energy 100 keV and doses more then threshold value, individual for every doped method changes and straight and reverse branch of VAC inside "ideal": the straight branch unideality coefficient approach to 1, and degree index of reverse brauch, wich approximate as $1 \sim U^n$, — to 0,5. Cardinal improvements is observed in both typs structures-with and without guard ring. By it ion-doped and "badly" diffused structures VAC becomes corresponding to best Moscow plant "Sapfir" diffused pin-photodiodes VAC.