

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРАНИЦЫ РАЗДЕЛА ИЗОТИПНЫХ ПЛЕНОК МОНО-ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ

Я.Ю. ГУСЕЙНОВ

*Бакинский Государственный Университет им. М.А. Расулзаде
370148, г. Баку, ул. З. Халилова, 23*

Исследованы электрические характеристики одновременно выращенных локальных пленок моно-поликристаллического кремния n-типа проводимости. Измерением ВАХ, пробивных напряжений и тангенса угла диэлектрических потерь установлено, что их можно использовать для боковой изоляции элементов ИС.

Создание интегральных схем (ИС) стало возможным благодаря появлению планарной технологии и разработке на этой основе способов электрической изоляции составляющих ее элементов. В настоящее время основные методы изоляции ИС можно разделить на три основных класса - изоляция обратнo-смещенным p-n переходом, полная изоляция тонкой пленкой диэлектрика и комбинированная изоляция [1].

Изоляция обратнo-смещенным p-n переходом имеет ряд недостатков, побудивших разработчиков начать интенсивные поиски новых методов изоляции. Основные из них следующие: необходимость подачи обратного напряжения смещения на изолирующий p-n переход, наличие проводящей подложки, большие паразитные емкости, ограничивающие быстродействие, и низкая устойчивость к воздействию радиации [2].

Комбинированная изоляция сочетает боковую диэлектрическую изоляцию с изоляцией p-n переходом между эпитаксиальной пленкой и подложкой. Такая комбинация дает возможность повысить плотность компоновки по сравнению с изоляцией тонкой пленкой SiO₂ и улучшить быстродействие за счет уменьшения емкости разводки на подложку. Существенно улучшаются также и условия теплоотвода, по сравнению с полной диэлектрической изоляцией, поскольку в этом случае элементы отделены от кремниевой подложки не пленкой, а p-n переходом.

Одним из таких методов является комбинированная изоляция, в которой боковая изоляция элементов может осуществляться с помощью пленок поликристаллического кремния (ППК), локально сформированных в процессе эпитаксиального наращивания монокристаллических пленок. Возможность такой изоляции была показана в [3] на примере интегральной схемы И²Л, в которой применялась эпитаксиальная пленка с удельным сопротивлением $\rho = 5 \text{ Ом}\cdot\text{см}$, поэтому сопротивления ППК, выращенных совместно с ней, были достаточно высокими.

При низких удельных сопротивлениях эпитаксиальной пленки (0,2 Ом·см), применяемой для логических схем, получение высоких пробивных напряжений не очевидно и требует дополнительных исследований.

Для этой цели в качестве объекта исследования была использована разработанная и внедренная в серийное производство логическая ИС 155ЛН2, представляющая собой шесть инверторов с открытым коллекторным выходом. Был изготовлен дополнительный, негативный фотомасштаб, заменяющий операцию вскрытия окон под разделительную диффузию на противоположную, на этих местах оставались маски SiO₂, на которые затем

наносились затравочные слои, и выращивался эпитаксиальный слой согласно технологии [4].

Поскольку толщина эпитаксиальной пленки $h=6 \text{ мкм}$, то минимальное расстояние между изолирующими p-n переходами при фотолитографическом размере окон под разделительную диффузию 6 мкм, составляет 18 мкм. Учитывая разгонку базы в боковом направлении на такое же расстояние, как и в глубину (2,5 мкм), а также фотолитографические допуски, край базовой области транзистора следует располагать на расстоянии, равном двойной толщине пленки, от края фотолитографического окна под разделительную диффузию.

Применение ППК для изоляции элементов ИС исключает из технологического маршрута длительный и высокотемпературный процесс разделительной диффузии и значительно сокращает площадь кристалла, поскольку формирование ППК на маске двуокиси кремния происходит без бокового роста. Это позволяет располагать области базы на расстоянии равном всего одной толщине пленки от фотолитографического окна изоляции.

Для исследования полученных структур была изготовлена тестовая разводка, позволяющие измерять пробивные напряжения, тангенс угла диэлектрических потерь и токи утечки в диапазоне рабочих температур между карманами с различной шириной изоляции. В таблице приведены значения пробивных напряжений между карманами n-типа, разделенных между собой ППК.

Таблица. Пробивные напряжения переходов поли-монокремний при токе утечки 1 мкА.

№	Положительное смещение на монообласти	Отрицательное смещение на монообласти	Переходы моно-ППК-моно
1	35	26	19
2	37	25	27
3	50	23	32
4	27	22	30
5	75	26	20
6	8	14	32
7	35	22	52
8	60	24	25
9	10	14	21
10	70	17	19
11	20	25	25
12	23	19	30
13	20	26	27
14	35	22	28
15	32	22	23

Зависимость токов утечки от напряжения в диапазоне температур минус 60-150 °С для структур, состоящих из двух монокристаллических карманов, разделенных ППК, приведена на рис.1, из которого видно, что во всем диапазоне температур пробивные напряжения на уровне тока 10 мкА остаются не менее 35 В.

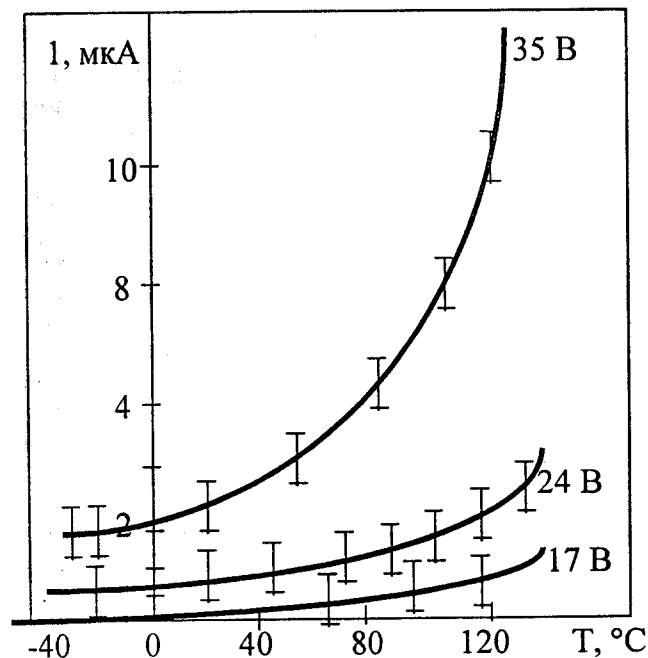


Рис.1. Зависимость токов утечки от температуры при разных напряжениях.

Измерение зависимости тангенса угла диэлектрических потерь ППК показало, что $\text{tg } \delta$ обладает малым значением, слабо зависящим от частоты и вплоть до 200 МГц остается менее 0,1 (рис.2).

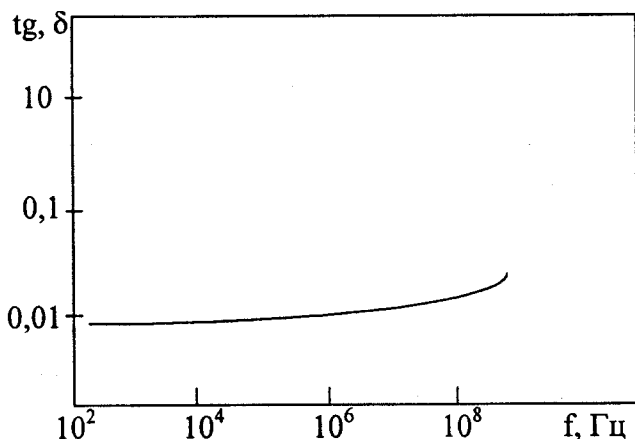


Рис.2. Зависимость тангенса угла диэлектрических потерь от частоты.

Высокие пробивные напряжения и незначительные диэлектрические потери указывают на возможность использования ППК для боковой изоляции активных элементов широкого класса ИС среднего быстродействия.

[1] И.Е. Ефимов, И.Я. Козырь, Ю.И. Горбунов. Микроэлектроника, М.: Высшая школа, 1986, с. 464.
 [2] С.А.Гаряинов. Диэлектрическая изоляция интегральных схем, М.: Сов.Радио, 1975, с. 120.

[3] R.D. Davies, J.A. Meindl. IEEE J. Solid-State Circuits, SC - 12, 1977, p.367-375.
 [4] A.G. Abdullayev, F.D. Kasimov. Thin Solid Films, 1984, v. 115, № 3, p.237-243.

Ya.Yu. Hüseyinov

İZOTİP MONO-POLİKİSTALLİK SİLİSİUM TƏBƏQƏLƏRİNİN AYRILMA SƏRHƏDDİNİN ELEKTRİK XARAKTERİSTİKALARI

Eyni vaxtda yetişdirilmiş n-tipli lokal monopolikristallik silisium təbəqələrinin ayrılma sərhəddinin elektrik xassələri tədqiq olunmuşdur.

Volt-ampere xarakteristikalarının, deşmə gərginliklərinin və dielektrik itkilərinin tangens bucağının əsasında müəyyən olunmuşdur ki, onları inteqral sxemlərinin yan izolyasiyası üçün istifadə etmək olar.

Ya. Yu. Guseinov

ELECTRICAL CHARACTERISTICS INTERFACE OF ISOTYPE MONO- AND POLYCRYSTALLINE SILICON FILMS

Electrical properties of interface simultaneous locally grown mono- and polycrystalline silicon films was investigated.

On the base of investigation of the I-V-characteristics, breakdown voltage and tangents of angle dielectrical losses come to a conclusion, that theirs suitable for lateral insulation of components integrated circuits.

Дата поступления: 24.04.00

Редактор: З.И. Искендерзаде