

К. т. н. Н. М. ВАКИВ, Я. Р. ПОГОРИЛКО,
д. ф.-м. н. О. И. ШПОТЮК

Дата поступления в редакцию
27.07 1998 г.
Оппонент к. х. н. О. Я. МРУЗ

Украина, г. Львов, Науч.-производств. предприятие "Карат"

ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКООМНЫХ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ КОНДЕНСАТОВ МЕТОДОМ ИОННО-ПЛАЗМЕННОГО РАСПЫЛЕНИЯ

Обсуждается получение резистивных тонкопленочных конденсатов ионно-плазменным распылением металлосилицидных и керметных мишеней на установках УВН-75Р-3.

The realization of resistive thin-film condensats silicide targets by ion-plasma spraying of metal-silicide and cermet targets on УВН-075Р-3 sputtering plant are discussed.

Для получения высокоомных резистивных тонкопленочных конденсатов (ТПК) со стабильными параметрами широко используется технология ионно-плазменного распыления металлосилицидных и керметных мишеней [1]. Применение спеченных мишеней типа СТ5240 и СТ5015 позволяет получить резистивные пленки с удельным поверхностным сопротивлением (ρ_s) от 1 до 10^5 Ом/, температурным коэффициентом сопротивления $\pm(5...10) \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ и температурно-временной стабильностью электрических параметров на уровне 0,5% (выдержка в течение 1000 ч при температуре 398 К) [2–4].

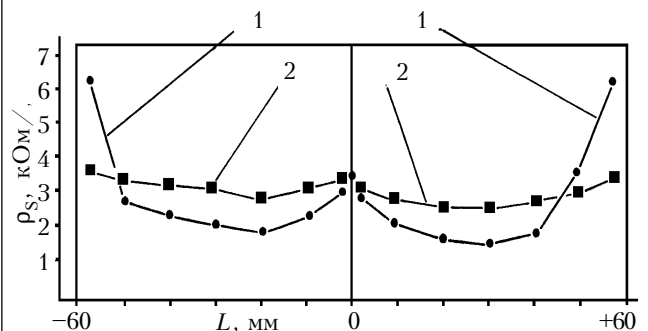
В настоящей работе рассмотрены особенности реализации данного технологического процесса при использовании серийных установок ионно-плазменного распыления УВН-75Р-3.

Распыление мишеней проводилось в плазме аргона при остаточном давлении 0,08 Па. Мишени из материалов СТ5240 и СТ5015 были предварительно отпрессованы в форме круглых дисков диаметром 165 мм и толщиной 5 мм методом порошковой металлургии, синтезированы и спечены в вакууме при температуре около 1500 К. Процесс распыления протекал при строгом поддержании следующих параметров: напряжение на мишени — 3,5 кВ, ток плазмы — 12–15 А, ток накала катодов — 90 А. Такие режимы обеспечили ток нагрузки на мишень 350 мА.

Тонкие пленки наносились на ситалловые подложки СТ50-1-0,5 размерами 60×48 мм, подготовленные по рекомендациям типовых технологических процессов [5]. На барабанах одновременно устанавливалось по 22 подложки, которые вращались с частотой 1 с^{-1} . Подложки предварительно прогревались до температуры 493 К в течение 15 мин. (Экспериментально установлено, что для получения стабильных параметров распыления необходимо предварительно "протренировать" мишень на рабочих режимах на протяжении не менее 3 ч.)

Контроль сопротивления напыляемых резистивных ТПК осуществлялся посредством измерения сопротивления "свидетеля" — пленки, осаждаемой на подложку с напыленными по краям медными токопроводящими шинами шириной 3 мм с подслоем ванадия.

При пробном напылении наблюдался почти 30%-ный разброс ρ_s резистивного слоя по площади подложки, что объясняется неравномерностью плотности потока распыляемого материала из-за несовершенства конструкции шибера окна установки и неоптимального расположения катодов поджига плазмы. (Пример распределения усредненного значения ρ_s ТПК по подложкам в зависимости от расстояния L от проекции геометрического центра распыляемой мишени (точка А) для обычного (1–1) и оптимизированного (2–2) технологического процесса осаждения показан на рисунке. Подложки находятся на позиции напыления нормально к распыляемым мишеням.)



Улучшить равномерность распределения ρ_s можно за счет оптимальной ориентации осей катушек фокусировки плазмы. Подложки с предварительно напыленными по узким краям токопроводящими медными полосками шириной до 1,5 мм позволяют выровнять неоднородность электрического заряда, скапливающегося на поверхности подложки, за счет чего удается уменьшить разброс ρ_s до 15–18%. Для достижения равномерности осаждения ТПК можно также использовать специальные экраны из металлических пластинок толщиной 1 мм. Выполнение перечисленных операций оптимизации технологического процесса позволило уменьшить разброс ρ_s по площади подложки до 2–3% (см. кривые 2–2 на рисунке).

Материал мишени	Режимы термообработки		Параметры ТПК		
	Температура, К	Время выдержки, ч	ρ_s , кОм/	ТКС, 10^5 K^{-1}	Стабильность ρ_s при выдержке 1000 ч при 398 К, %
СТ5240	973	0,1—0,16	0,1—6,0	± 5	0,5
СТ5015	823	3—5	5—50	$(\pm 5) \dots (\pm 10)$	0,5

Для обеспечения высокой стабильности напыленных ТПК проводилась их термическая обработка на воздухе. При этом происходило упорядочение структуры конденсатов за счет образования поликристаллических фаз [6, с. 77]. Режимы термообработки определялись экспериментально исходя из критерия получения оптимальных воспроизводимых параметров пленок, в частности, ТКС и стабильности ρ_s .

Технологические параметры получения резистивных пленок и полученные электрофизические свойства ТПК представлены в **таблице**. Такие тонкопленочные конденсаты высокоомных резистивных материалов СТ5240 и СТ5015 могут применяться для формирования топологии ГИС посредством фотолитографии. Элементы таких микросхем имеют хорошие эксплуатационные параметры: высокое удельное поверхностное сопротивление, низкие значения ТКС, достаточно приемлемый уровень температурно-временной стабильности, небольшой разброс ρ_s по площади подложки.

Таким образом, описанная технология обеспечивает получение высококачественной прецизионной пассивной части микросхем с ТПК килоомного диа-

пазона электросопротивления на стандартном оборудовании ионно-плазменного распыления типа УВН-75Р-3.

В заключение отметим, что предложенная технология предполагает и существенное увеличение выхода годных схем за счет воспроизводимости электрических параметров ТПК и их стабильности в процессе серийного производства.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Дворина Л. А. Новые материалы для микроэлектроники. — Киев: ИПМ НАНУ, 1983.
2. ОСТ 107.750.878.001 — 87. Резистивный материал СТ5015.
3. А. с. СССР 1279421. Резистивный материал / А. С. Минеев, Л. И. Хализова., А. Г. Иванов и др. — 02.06 1983 г.
4. А. с. СССР 1331339. Резистивный материал / А. С. Минеев, Н. М. Кондратов, Л. И. Хализова и др. — 09.01 1985 г.
5. ОСТ 4ГО.054.238. Микросборки. Платы тонкопленочные. Типовые технологические процессы.
6. Комник Ю. Ф. Физика металлических пленок. Размеры и структурные эффекты. — М.: Атомиздат, 1979.

УВАЖАЕМЫЕ ГОСПОДА!

Редакционный комитет международного журнала "ПРОБЛЕМЫ МАШИНОСТРОЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ" предлагает сотрудничество на коммерческой основе в следующих направлениях:

- ◆ Выпуск специальных тематических номеров журнала на основе Ваших материалов (обзоров, статей, сообщений, информации и рекламы).
- ◆ Публикация тематических разделов на основе Ваших материалов в текущих номерах журнала.
- ◆ Публикация информации о новых исследованиях, разработках, технологиях, материалах и услугах.

- ◆ Публикация отдельных статей и сообщений.
- ◆ Публикация рекламы в журнале.
- ◆ Публикация рекламы в венгерских журналах "ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ" (GERGYARTASTECHNOLOGIA) И "ЭКОНОМИКА — КУЛЬТУРА — НАУКА СЕВЕРНОЙ ВЕНГРИИ" (ESZAK — MAGYARORSZAGI GAZDASAG — KYLTURA — TUDOMANY).



Материалы для публикации принимаются на русском или английском языках. Оплата по договоренности. НДС не облагается. С организациями, заинтересованными в долгосрочных контактах, редакция готова рассмотреть различные направления сотрудничества на договорной основе, включая участие их представителей в работе редакционной коллегии журнала.

Адрес для переписки
Россия, 125252, Москва, ул. Куусинена, 21 б,
Международный центр научной и технической информации (МЦНТИ),
Сектор организации, подготовки и распространения изданий.
Факс: (095) 943 00 89
Контактный телефон: (095) 198 72 10
Костин Анатолий Михайлович
(отв. секретарь журнала).