

վարձան պրոցեսները: Ստացված արդյունքների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ բոլոր դեպքերում կառավարման համակարգը, որը կառուցվում է զրօնացման հիման վրա, ի վիճակի չէ փոքրացնելու տրված ժամանակամիջոցում անկյունային սխալները այն դեպքում, երբ կնդծ համարյա համակարգերը սկզբնական պայմանների ցանկացած հավաքածուի ժամանակ ապահովում են պահանջվող կառավարման պրոցեսները:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Брутян В. К. Управление пространственным положением ИСЗ при помощи маховиков // Изв. АрмССР. Сер. ГИ — 1987 — Т. XL — № 1 — С. 19—23.
2. Брутян В. К. Основные аспекты теории непрерывных марковских управляемых систем и ее приложение — Ереван: Айтаст, 1981 — 298 с.
3. Инженерный справочник по космической технике / Под ред. А. В. Солодова. — М: Военное изд-во МО СССР, 1977. — 430 с.

Изв. АН АрмССР (сер. ГИ). т. XL, № 3, 1987

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

С. О. МКРТЧЯН, В. В. ТАТЕВОСЯН, А. М. АВЕТИСЯН

ПОВЫШЕНИЕ ОДНОРОДНОСТИ РЕЗИСТИВНЫХ ПЛЕНОК

В технологии изготовления гибридных интегральных схем (ГИС) одной из важнейших технологических задач является повышение однородности напыленных пленок, которое достигается групповым характером технологических операций на общей подложке. Однако, даже в этом случае возможен разброс параметров удаленных друг от друга участков микросхем из-за неоднородности плотности потоков частиц, конденсирующихся на подложке. Поскольку напыление является основной технологической операцией, то разброс параметров, полученный в процессе напыления, является источником разброса параметров при всех последующих операциях. Очевидно, что разработка метода повышения однородности конденсированных пленок является одной из основных задач современной микроэлектроники.

В настоящее время в цифровой, аналоговой и вычислительной технике широкое распространение получили резистивные микросхемы, представляющие собой набор резисторов. Основное требование, предъявляемое к резистивным микросхемам — согласованность резисторов по величине сопротивления. В случае прецизионных резистивных микросхем это требование значительно усложняется согласованностью ТКС резисторов, которая должна превышать $10^{-1}/^{\circ}\text{C}$ [1].

С целью решения этой задачи объектом исследования являлись пленки, полученные по тонкопленочной танталовой технологии. Из танталовых соединений наибольшее распространение получили соединения

с алюминием [2, 3]. Пленки из танталовых соединений были получены методом катодного распыления из составных мишеней, которые представляют собой танталовый лист марки ТВ 4 с размерами $150 \times 150 \times 3$ мм, с закрепленными на нем алюминиевыми таблетками марки А 99,9 диаметром 10 мм. В качестве подложек использовались плоские пластины из ситалла марки СТ 50-1.

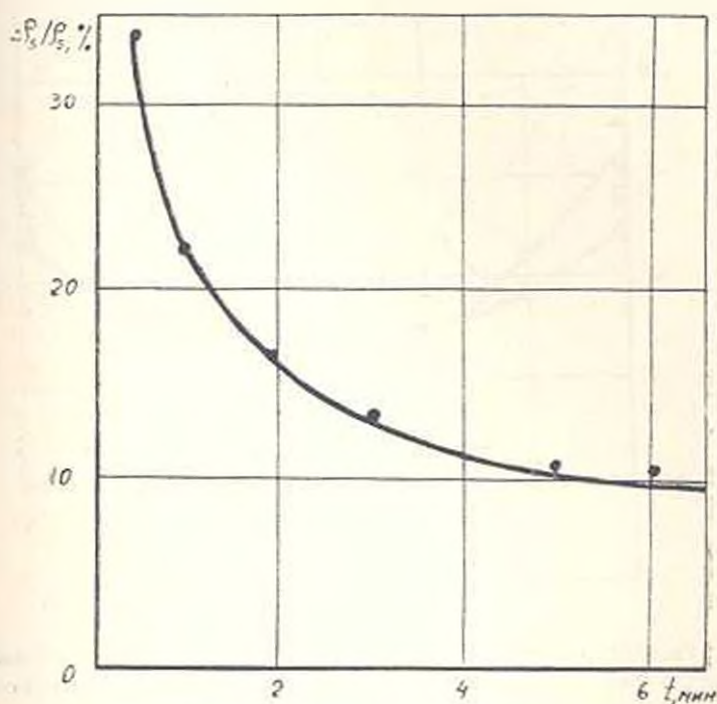


Рис. 1. Зависимость $\Delta\rho_s/\rho_s$ пленки $Ta-Al$ от времени распыления.

Параметрами, определяющими степень разброса, были выбраны удельное поверхностное сопротивление и толщина пленки. На рис. 1 показано относительное изменение удельного поверхностного сопротивления $\Delta\rho_s/\rho_s = (\rho_{s\max} - \rho_{s\min})/\rho_{s\text{ср}}$ пленки $Ta-Al$ на некотором участке подложки в зависимости от времени распыления. Как видно, с ростом толщины пленки разброс параметра уменьшается, составляя менее 10%. На рис. 2 показано распределение разброса параметров на подложке. Здесь значение ρ_s растет от центра подложки к их периферии. Такой же эффект наблюдается и в случае использования TaN . Распознавая закономерность распределения разброса параметров по всей поверхности подложки, можно представить разброс параметров по всем точкам. Каждая точка подложки имеет себе симметричную по значению удельного поверхностного сопротивления точку. Для снятия этого распределения (рис. 2) из четырех разных партий были выбраны 40 подложек и на каждой из них было определено ρ_s в 40 идентичных для всех подложек точках (8 горизонтальных и 5 вертикальных).

Для сравнения и оценки полученного распределения напыление производилось параллельно, в идентичных условиях как для $Ta-Al$, так и TaN . Оценки распределения разброса параметров пленок $Ta-Al$ и TaN , можно заметить, что у пленки TaN кривая разброса более пологая.

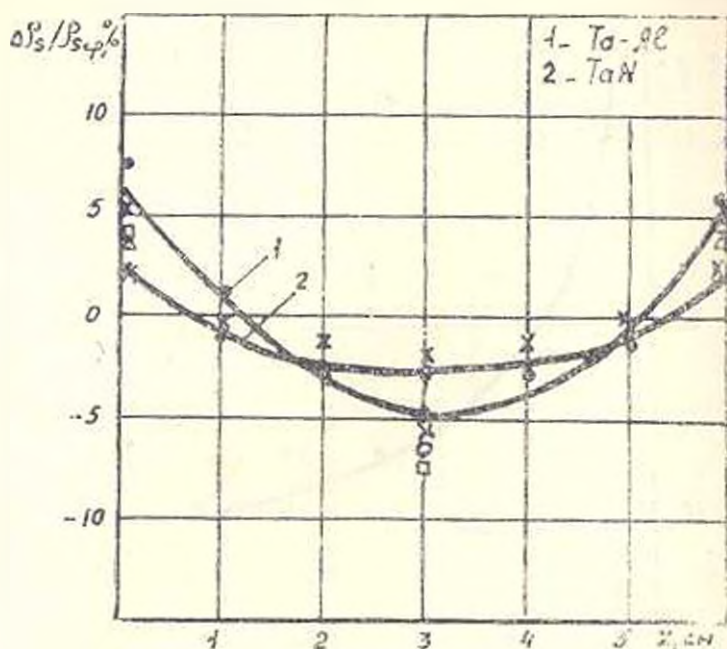


Рис. 2. Распределение разброса параметров на сигналовых подложках для пленок TaN и $Ta-Al$. $\bullet, \times, \circ$ — средние значения величин различных партий.

При уменьшении размеров таблеток алюминия с их количественным уплотнением на поверхности танталовых мишеней можно добиться распределения разброса параметра, близкого к аналогичному для TaN . Большого усреднения распределения разброса при равномерном расположении алюминиевых таблеток на поверхности танталовых мишеней не удастся.

Для более точного определения характера изменения разброса параметров в точках, равноудаленных от центра подложки, был получен график зависимости $\Delta\rho$ от радиуса исходящего центра подложки r (рис. 3 и 4). Исходя из этого графика, картина распределения разброса параметров на поверхности подложки будет иметь эллипсообразную форму (рис. 4), причем, с уменьшением размеров и уплотнением расположения алюминиевых таблеток на поверхности танталовой мишени эллипс растягивается.

Для повышения однородности распределения разброса параметров целесообразно алюминиевые таблетки расположить эллипсом на поверхности танталовой мишени, как показано на рис. 4. Последнее

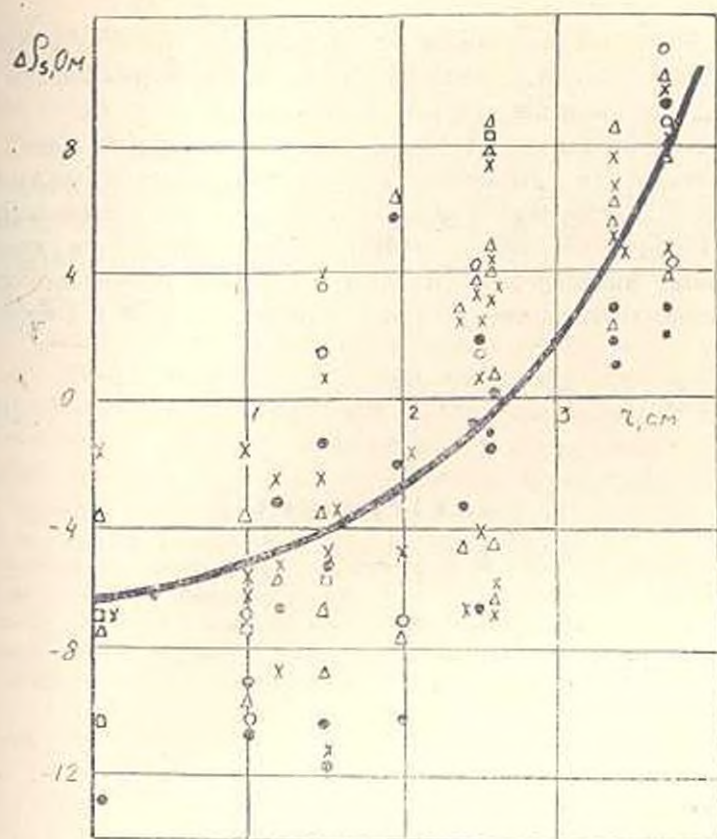


Рис. 3. Зависимость ΔR_s от радиуса r , исходящего от центра подложки для пленок Ta — Al.

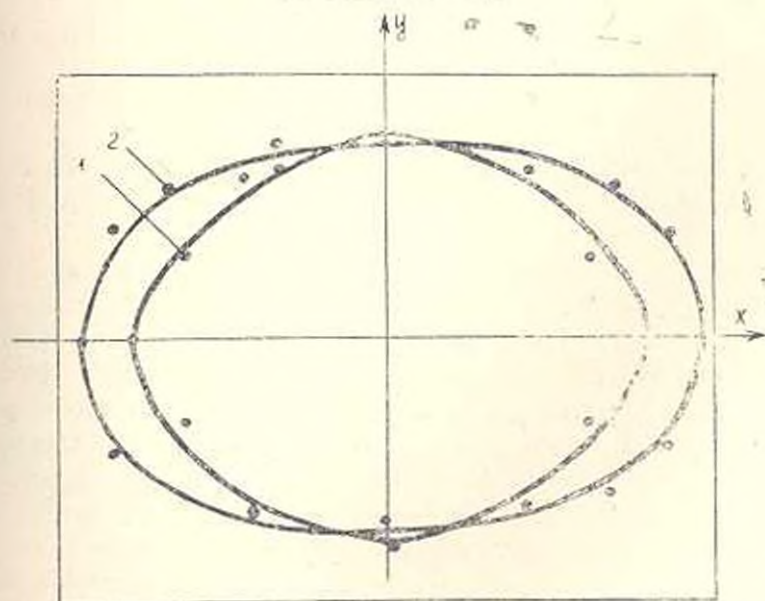


Рис. 4. Вид распределения удельного сопротивления на поверхности подложек для пленок Ta — Al (1) и TaN (2).

позволяет получать достаточно однородные по толщине и удельному поверхностному сопротивлению $Ta-Al$ пленки с минимальным разбросом параметров (меньше, чем у TaN пленок).

При использовании ситалловых подложек радиусы эллипсообразного расположения таблеток должны подбираться такими, чтобы соответствовали сторонам прямоугольной подложки. Выполнение этих условий обеспечивает максимальную однородность пленок, полученных из составных мишеней $Ta-Al$. Этот способ повышения однородности пленок может быть применен при использовании любой составной мишени.

ЕрПИ им. К. Маркса

17. IX. 1986

ЛИТЕРАТУРА

1. Рахманин Н. М., Реуданик В. В. Резисторы для прецизионных микросхем цифро-аналоговых преобразователей на основе пленок системы тантал-алюминий // *Электронная техника*. — 1979. — Сер. 5, вып. 6 (37). — С. 22—29.
2. Апетисян А. М. Сравнение свойств резистивных пленок сплавов на основе тантала // *Электронная техника*, сер. Радиодетали и радиокомпоненты. — 1983. — Вып. 1 (50). — С. 13—15.
3. Бинкинская С. К., Буганова Л. Ф., Литчинский Н. С. Использование анодно-окисных пленок тантал-алюминия для изготовления прецизионных резисторов ГИС // *Техника средств связи*. — 1981. — Вып. 5. — С. 62—66.

Изв. АН АрмССР (сер. ТН), т. XI, № 5, 1987

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

Н. С. ХОНДКАРЯН

АНАЛИЗ МНОГОУРОВНЕВОЙ ОБУЧАЮЩЕЙСЯ СИСТЕМЫ МЕТОДАМИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Одним из наиболее важных методических приемов при анализе принципов управления и переработки информации в различных отделах мозга показали себя методы математического моделирования, опирающиеся на физиологические представления о принципах функционирования реальных нервных клеток [1, 2]. Недостатки такого рода работ связаны с упрощенным математическим аппаратом, используемым для описания как отдельного нейронного элемента, так и связей между ними в имитируемой сети. В настоящей работе дано математическое описание самоорганизующейся обучающейся нейронной сети, в которой модель нейронного элемента и связи между элементами опираются на существующие на сегодняшний день физиологические и модельные представления.