



Рис. 5. Канал с квазипараллельным обслуживанием

## ПОЛУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПЛЁНОК ДВУОКСИ АЛЮМИНИЯ ( $Al_2O_3$ ) МЕТОДОМ РЕАКТИВНОГО ВЧ – МАГНЕТРОННОГО НАПЫЛЕНИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЭЛЕМЕНТОВ СВЧ ГИС

Г.Ф. Костюк, Ю.П. Ерендеев  
ФГУП «НИИ «Экран», г. Самара

В настоящее время существует множество видов металлизированных структур СВЧ ГИС, однако проблема улучшения их электрических характеристик и надежности по-прежнему остается актуальной. Применяемые в ГИС СВЧ структуры включают в себя адгезионный, проводящий, барьерный и антикоррозионный слои. Широкое распространение получили структуры:  $Cr$  (напыленный с  $\rho_s \approx 60 \div 100 \text{ Ом}/\square$ ) –  $Cu$  (напыленная, толщиной  $3 \div 4 \text{ мкм}$ ) –  $Cu$  (гальваническая, толщиной до  $3 \text{ мкм}$ ) –  $Ag$  (гальваническое, толщиной до  $3 \text{ мкм}$ ). Кроме того, наиболее ответственные элементы СВЧ ГИС покрывают защитными пленками, например на основе негативного фоторезиста ФН -11. Несмотря на ряд положительных качеств, присущих этому материалу (таких как технологичность, простота нанесения и др.) использование его в качестве защитной пленки проблематично по следующим причинам:

1. Низкая механическая прочность.

2. Нестабильность ряда электрофизических параметров, как от температуры, так и от времени.

Данная работа посвящена альтернативной замене защитной пленки на основе ФН – 11 на диэлектрическое покрытие из двуокси алюминия

( $Al_2O_3$ ). Пленки  $Al_2O_3$  наносились на подложки из поликора, феррита и ситалла методом реактивного ВЧ – магнетронного напыления в  $Ar - O_2$  газовой смеси. Распылению подвергалась алюминиевая мишень с содержанием основного компонента не хуже 99,9 %.

Было проведено около  $20^{10}$  напылений в различных режимах работы магнетрона. В результате было установлено следующее:

Качество пленок  $Al_2O_3$ , полученных ВЧ – магнетронным реактивным распылением  $Al$  – мишени в  $Ar - O_2$  газовой смеси в сильной степени определяется следующими факторами:

- а) парциальным давлением  $O_2$ ,
- б) отношением давления  $Ar$  к  $O_2$ ,
- в) стабильностью парциального давления  $O_2$  в процессе напыления;
- г) остаточным давлением в вакуумной камере перед напылением.

В результате отработки технологии получения защитных пленок на основе  $Al_2O_3$  был выбран следующий оптимальный режим работы ВЧ магнетрона:

Вакуум предварительной откачки – не хуже  $1,4 \cdot 10^{-6}$  тор.

Давление газовой смеси в рабочей камере –  $1,8 \cdot 10^{-4}$  тор.

Отношение давлений  $Ar$  и  $O_2$  –  $P_{Ar} : P_{O_2} \approx 5,4$ .

Содержание  $Ar \sim 85\%$ ,  $O_2 \sim 15\%$ .

Температура подложки  $\approx 170$  °С.

Рабочая частота – 13,56 МГц.

Мощность ВЧ магнетрона  $\sim 1,6$  кВт.

При данных условиях распыления  $Al$  – мишени скорость роста пленки  $Al_2O_3$  составляет  $\approx 400$  Å<sup>0</sup>/мин. Необходимо отметить, что любое отклонение от приведенных выше технологических режимов приводит либо резко к уменьшению скорости напыления, либо к сильнейшему дефициту  $O_2$  в пленке, и, как следствие – к недопустимому уменьшению  $\rho_s$  ( $Al_2O_3$ ). При условиях, приведенных выше, были получены защитные пленки на основе  $Al_2O_3$  с высокими значениями  $\rho_s$ , диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  ( $Al_2O_3$  близкой к  $\epsilon$  поликора (9,4 у пленок и 9,6 у подложек из поликора), малой пористостью и низким (близким к 0) влагопоглощением.

Таким образом, результаты проделанной работы позволяют сделать вывод о перспективности применения пленок  $Al_2O_3$ , полученных методом ВЧ – магнетронного реактивного напыления в качестве защитных покрытий, как отдельных структур СВЧ ГИС (напыление через маски), так и всей поверхности платы в целом (в отдельных случаях). Кроме того, необходимо отметить, что из-за высокой термической и химической стойкости пленок  $Al_2O_3$  их целесообразно применять в качестве защитных – в различных датчиках, а также тонкопленочных резисторах с высокой удельной мощностью рассеивания.