

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИИ
МНОГОСЛОЙНЫХ ПЛЁНОЧНЫХ СТРУКТУР С МИКРОАЗОРАМИ

В.А.Колосанов, В.В.Солдатенкова, Б.И.Фомин, Е.И.Черепов

В последние годы в микроэлектронике появился ряд плёночных элементов, функционирование которых обеспечивается микроазором между плёнками, расположенными одна над другой (лазерные модуляторы [1], плёночные электростатические реле [2], балочные пересечения [3, 4]).

В данной работе рассматривается один из вариантов технологии получения таких элементов, который заключается в последовательном напылении слоев (необходимая топология слоев обеспечивается масками или фотогравировкой) и селективном удалении одного из них. При этом возникает необходимость в решении ряда специфических задач, таких как: выбор материалов слоев в соответствии с их функциональным назначением, вопросы взаимодействия плёнок при их последовательном нанесении, вопросы фотолитографии, селективное удаление промежуточного слоя, удаление жидкости из микроазора. Эти задачи решались при разработке технологии плёночных электростатических реле и балочных пересечений токоведущих дорожек. Технологический процесс изготовления плёночного электростатического реле с изолированным контактом состоит в следующем.

Методом термического испарения в вакууме на подложку из фотостекла через маски наносится последовательно тянущие электроды, изоляция тянущих электродов, нижние контакты, промежуточный слой, верхний контакт, изоляция верхнего контакта. Затем на всю поверхность подложки наносится материал, служащий для формирования мембраны. Нужный рисунок мембраны создается методом фотолитографии. Величина микроазора между мембраной и тянущими электродами задается толщиной промежуточного слоя, который

удаляется таким образом, чтобы под обеими концами мембраны остались нейтральные участки. Натяжение мембраны осуществляется за счет того, что материал мембраны имеет КТР больше, чем у стекла [5].

Выбор материала контактов и мембраны производился с учетом специфических требований к контактным материалам и механическим свойствам мембраны.

Материал промежуточного слоя должен легко удаляться без травления контактов, тлеющих электродов и мембраны. Травление промежуточного слоя должно обеспечивать выход продуктов реакции в раствор без бурного газообразования. Кроме того материал промежуточного слоя не должен образовывать твердых растворов и соединений с материалом контактов и мембраны. С этой точки зрения к материалу промежуточного слоя в ПЭР с изолированным контактом предъявляются более жесткие требования по сравнению с ПЭР без изолированного контакта, т.е. в этом случае подложка с напыленными слоями подвергается многократному нагреву при нанесении последующих слоев. В качестве материала промежуточного слоя были опробованы BaF_2 , Al , Ca и V . Во всех случаях в качестве контактов использовалось золото с подслоем хрома, а в качестве мембраны - бериллиевая бронза (при использовании в качестве промежуточного слоя BaF_2 или Al) и бериллиевая бронза с золотом (промежуточный слой Ca или V).

Фтористый барий не взаимодействует с контактами, мембраной. Однако плёнка BaF_2 прозрачна и неравномерно травится. Это затрудняет визуальный контроль и процесс вытравливания становится трудно контролируемым. В результате происходит подтравливание промежуточного слоя в месте закрепления мембраны и плёнка BaF_2 не полностью удаляется из-под мембраны.

Использование Ca в качестве промежуточного слоя при создании двухслойной изоляции (плёнка диэлектрика - воздушный зазор) известно [3] [4]. Однако, в случае ПЭР решающую роль играет взаимодействие Ca и Al с образованием непрерывных твердых растворов и, как следствие этого, уменьшение высоты и поверхности контактов после удаления Ca .

При использовании Al в качестве промежуточного слоя имеет место взаимодействие Al с золотом, которое приводит к полному травлению плёнки золота с подслоем при вытравливании промежуточного слоя или к её вспучиванию.

Ванадий образует с Al -ограниченные твердые растворы (при $t^{\circ} = 200^{\circ}C$ в ат.-% Al в V) [6]. Однако, после вытравливания не было замечено изменения толщины и поверхности контактов, кроме того, V легко и быстро вытравливается из-под мембраны и при этом можно вести визуальный контроль за процессом травления.

Сравнение этих материалов показывает, что наиболее приемлемым для промежуточного слоя является ванадий.

При использовании в качестве промежуточного слоя ванадия были получены экспериментальные образцы ПЭР с изолированным контактом ($U_k = 5 - 10$ в, $U_{cp} = 15-35$ в).

Ванадий в качестве промежуточного слоя использовался и при разработке технологии получения балочных пересечений в плёночных микросхемах. На ситалловые подложки наносились токоведущие дорожки (Al или Al с подслоем Ca). Затем подложка покрывалась слоем SrO_2 , в котором открывались окна для контакта с балочным пересечением. После этого наносился промежуточный слой (V) и плёнка верхнего проводника (Al или $BrB_2 + Al$). Промежуточный слой удалялся, образуя воздушный микровоздух. В полученных балочных пересечениях при величине микровоздуха ~ 1 мк и напряжении между пересекающимися токоведущими дорожками не менее 30 в коротких замыканий не было обнаружено.

Л и т е р а т у р а

1. ПРЕСТОН. "Зарубежная радиоэлектроника", 1970, № 10, стр. 112.
2. ДЯТЛОВ В.Л., СОЛДАТЕНКОВ И.С. - Вычислительные системы, материалы I Всесоюзной конференции. Новосибирск, 1968.
3. "The Bell System Techn. J", 1968, V. 47, N2, P. 2269.
4. "Bell. Labs. Rec.", 1968, V. 46, N2, P. 64.
5. СОЛДАТЕНКОВ И.С. "Некоторые вопросы изготовления плёночных электростатических реле". Настоящий сборник.