

НАНЕСЕНИЕ ПЛЕНКИ РЕЗИСТА НА ПОВЕРХНОСТЬ КРЕМНИЕВОЙ ПЛАСТИНЫ

ст. гр. РЭА-12д Свербиненко В.С.,
ст. пр. Тюндер И.С.

*ВНУ им. В. Даля
(г. Северодонецк)*

Целью работы является изучение факторов, влияющих на толщину пленки резиста.

Существует несколько принципиально различных способов нанесения пленок резистов, представляющих собой вязкие жидкости:

- пульверизация;
- окувание;
- центрифугирование.

Центрифугирование является единственным методом нанесения пленок резистов, массово используемым в современной микроэлектронной промышленности. Его идея состоит в нанесении некоторого количества резиста на быстровращающуюся пластину с последующим его перераспределением по всей площади пластины за счет центробежных сил.

Теперь рассмотрим двухстадийную модель формирования пленки резиста, определяемую двумя факторами:

- испарением растворителя, содержащегося в резисте;
- растеканием резиста под действием центробежных сил.

Первая стадия называется стадией растекания резиста. Во время нее объем резиста, поданный в центр вращающейся пластины, должен распределиться по всей поверхности пластины. Центробежные силы являются в этот момент определяющими, поскольку резист еще жидок, однако уже на этой стадии начинается испарение растворителя из пленки резиста. Вторая стадия названа стадией утонения пленки. Во время этой стадии излишки резиста сбрасываются с поверхности пластины. Результирующий профиль толщины резиста определяется массопереносом под действием центробежных сил и испарением растворителя. Первый механизм остается доминирующим в первые секунды, в дальнейшем на первое

место выходит процесс испарения, поскольку постоянное увеличение вязкости резиста уменьшает эффективность массопереноса.

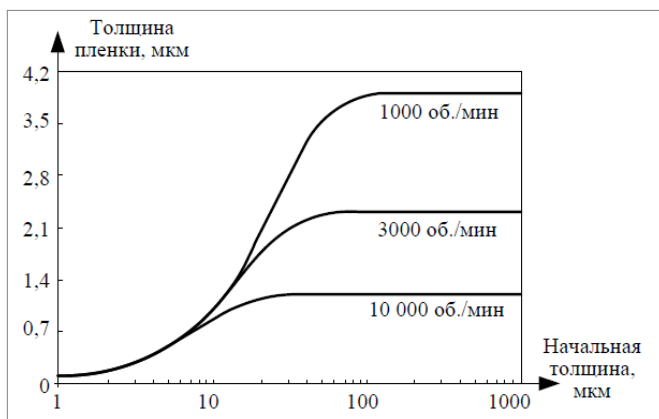


Рис. 1. Зависимость результирующей толщины пленки резиста от его поданного объема

Картина двухстадийного процесса начинает меняться при уменьшении объема подаваемого резиста. На рис. 1 – график зависимости толщины результирующей пленки от начального объема резиста (или же начальной толщины) для разных скоростей вращения. Показано, что результирующая толщина не зависит от начальной толщины пленки, т. е. объема поданного резиста, начиная с некоторого порога. Этот результат соответствует двухстадийной модели для любых не очень малых объемов резиста. Как только объем становится слишком мал, соответствие с моделью нарушается и результирующая толщина определяется объемом поданного резиста. Если начальный объем и толщина пленки настолько малы, что испарение растворителя становится доминирующим процессом сразу после подачи резиста, то кривые для всех скоростей сходятся в одну точку, что видно на графике. Ей примерно соответствует объем подаваемого резиста $0,3-1,0 \text{ см}^3$ в зависимости от вязкости резиста. Это пример перехода от двухстадийного к одностадийному процессу, определяющемуся только одним фактором – испарением растворителя. Отсутствие эффективного распределения резиста под действием центробежных сил приводит к неполному покрытию пластины и прочим дефектам пленки. Таким образом, ограничение минимального расхода резиста кроется именно в переходе от одной модели к другой.

Важными факторами, влияющими на образование пленки резиста, являются: температуры пластины, резиста и воздуха, влажность воздуха,

скорость его потока, омывающего пластину, и давление, летучесть растворителя, вязкость смолистой основы резиста и тип поверхности пластины.

Существует два конкурирующих механизма, определяющих зависимость профиля толщины пленки от температуры резиста. Вязкость резиста уменьшается при повышении его температуры. Это приводит к более сильному утонению пленки за счет действия центробежных сил. Давление паров растворителя, содержащегося в резисте, напротив, увеличивается при повышении температуры резиста. Это приводит к увеличению толщины пленки. Этот эффект более выражен сразу после подачи резиста на пластину.

Вклад каждого из этих эффектов сильно зависит от вязкости резиста и летучести растворителя. В общем считается, что второй эффект вносит больший вклад для менее вязких резистов. Регулирование температуры резиста может достаточно эффективно использоваться для управления равномерностью толщины получаемой пленки, играя роль компенсатора более интенсивного испарения растворителя в районе края пластины, вызванного большими линейными скоростями вращения.

Повышение относительной влажности воздуха приводит к понижению интенсивности испарения растворителя, содержащегося в резисте. Это приводит к уменьшению толщины получаемой пленки по всей плоскости пластины. Равномерность пленки при этом практически не изменяется.

Линейная скорость воздуха, омывающего пластину, повышается по радиусу пластины по линейному закону. Таким образом, на краю пластины скорость омывающего воздуха максимальна. Повышение скорости потока вытяжки из чаши центрифуги повышает эту скорость еще больше. Это приводит к увеличению толщины пленки резиста в районе края пластины, поскольку интенсивность испарения растворителя там максимальна.

Скорость вращения пластины во время стадии распределения резиста определяет величину центробежных сил, действующих на объем поданного резиста. Кроме того, повышение этой скорости приводит к увеличению интенсивности испарения растворителя, так как возрастает линейная скорость воздушного потока, омывающего пластину. В результате толщина образующейся пленки увеличивается.

Переход от скорости распределения резиста (первая стадия нанесения) к скорости утонения пленки (вторая стадия нанесения) должен быть достаточно мал по времени и стабилен. Задержка в смене скорости приводит к увеличению толщины пленки. Более высокие скорости подачи резиста приводят к получению более толстых пленок. При низких скоро-

стях подачи резиста начинает влиять фактор испарения растворителя. Кроме того, высокие скорости подачи резиста приводят к образованию области меньших толщин пленки в центре пластины (точке подачи резиста). Это может происходить в результате механического взаимодействия резиста с пластиной и последующего образования волны в потоке резиста. Зависимость результирующего профиля толщины от скорости подачи резиста сильно ослабевает с уменьшением вязкости резиста.

Следует отметить, что практические процессы нанесения резиста методом центрифугирования до сих пор описываются только эмпирическим способом, и все получаемые зависимости являются жестко привязанными к конкретному типу установки.