

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБРАТНЫХ МАСОК ТЕХНОЛОГИИ ЛИТОГРАФИИ И МЕТОДЫ ИХ ТЕРМОДЕСТРУКЦИИ

Л.М. Лыньков, С.В. Жданович, Н.П. Петров, А.М. Прудник, В.А. Богуш
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники (г. Минск)

Применение новых материалов в качестве масок для обратной литографии требует изучения механических и других свойств в условиях термообработки, приводящей к их полному разрушению.

В качестве материала для обратных масок предложено применение таких тугоплавких металлов, как тантал, ниобий, цирконий. Проведение обратной (взрывной) литографии основано на процессах деструктивной термообработки тонких пленок (термическое окисление). Используются большие внутренние напряжения, возникающие в пленках Nb, Zr и Ta при "жестких" режимах окисления: большая скорость нагрева и высокая температура. В результате происходит резкое увеличение объема пленки тугоплавкого металла, переходящего в оксид, что сопровождается физическим разрушением пленки, и она легко отделяется от подложки. Использование в качестве контактной маски тугоплавкого металла позволяет осаждать рабочий материал при повышенных температурах.

Изучение процесса термического окисления тонких пленок металлов ограниченной толщины (до 1—2 мкм) показало, что при температурах >550 °C происходит значительное увеличение скорости окисления тонких пленок тугоплавких металлов, защитные свойства оксидов теряются, происходят объемные изменения пленок металла в процессе перехода в оксид, они становятся чешуйчатыми и в определенных условиях переходят в порошкообразное состояние. Оксид тугоплавкого металла вместе с рабочим материалом отслаивается от подложки. Для удаления используется струя сухого воздуха. Использование в качестве материала обратной маски циркония в процессе обратной литографии основано на свойстве деструктурируемости формируемого оксида циркония при импульсном термическом отжиге тонких пленок циркония.

Установлено влияние режимов термообработки тонких пленок циркония (0,01—0,1 мкм) на структурные свойства получаемых оксидов. При увеличении температуры отжига и уменьшении времени отжига полученная пленка оксида циркония разрушается. Удаление циркониевой обратной маски и нанесенного на нее рабочего материала производится в результате импульсной термообработки с последующей химической обработкой.

Представляет интерес использование в технологии низкотемпературной обратной литографии явления перекристаллизации металлического β -олова тетрагональной сингонии при температуре $<13,2$ °C в порошкообразное α -олово: кубической сингонии. Результатом перекристаллизации является деструкция сплошного слоя металлического β -олова в порошок α -олова.

Исследован механизм фазового перехода β -олова в α -олово. Перекристаллизация, которая начинается на отдельном участке тонкой пленки β -олова, продолжается по всему объему. Время, необходимое для полного перехода β -олова в α -олово, зависит от температуры, толщины контактной маски и слоя рабочего материала структуры рабочего материала и материала подложки. С ростом толщины пленки олова время перекристаллизации значительно увеличивается. Для пленок тоньше 0,1 мкм время перекристаллизации составляет 10—30 с, при толщине 0,5 мкм — 20—24 ч.

Результаты исследований использованы для формирования: рельефов тонких пленок высокотемпературных сверхпроводников; рельефов тонких пленок на стеклах большого формата.

Работа поддерживается Фондом фундаментальных исследований Республики Беларусь.