

Ускоряющая добавка увеличивает скорость осаждения покрытия вследствие каталитического стимулирования процесса адсорбции ионов меди поверхностными промежуточными комплексами, также уменьшая блокировку поверхности ингибитором. Продукты разложения ускорителя в процессе электролиза также ускоряют процесс осаждения металла. Поверхностная концентрация ингибитора обратно пропорциональна концентрации ускорителя, поэтому ингибиторы преимущественно пассивируют внешнюю часть окон.

Таким образом, ускорители способны легко проникнуть внутрь отверстия и повысить скорость реакции осаждения, что обеспечивает более равномерное заполнение без пустот глухих отверстий в кремнии. Степень покрытия поверхности катода ускоряющей добавкой увеличивается при осаждении меди в отверстия, где происходит уменьшение эффективной поверхности, приводящее к увеличению степени покрытия ингибитором по сравнению с плоской поверхностью. Это приводит к осаждению снизу-вверх. Положительно заряженная выравнивающая добавка накапливается преимущественно возле отрицательно заряженных участков с наибольшей напряженностью электрического поля на катоде (в верхних углах и на выступах поверхности), подавляет процесс осаждения меди [3]. Таким образом, при заполнении отверстий выравнивающие добавки располагаются на углах структур, замедляющие добавки – на внешней поверхности, в то время как ускоряющие добавки адсорбируются на дне отверстий, что приводит к росту осадка снизу вверх. Расчет относительной выравнивающей способности показал, что в отличие от электролита без добавок используемый электролит обладает выравнивающей способностью и может быть использован для металлизации изделий со сложным микрорельефом поверхности, в частности, при заполнении глухих отверстий. На рис. 3 приведены примеры заполнения отверстий.

Для заполнения отверстий с большим аспектным отношением (> 5) разработаны программные режимы осаждения меди в отверстия с постепенным увеличением плотности тока от 0,1 до 0,5-1 А/дм², а также использовано электроосаждение на реверсированном токе.

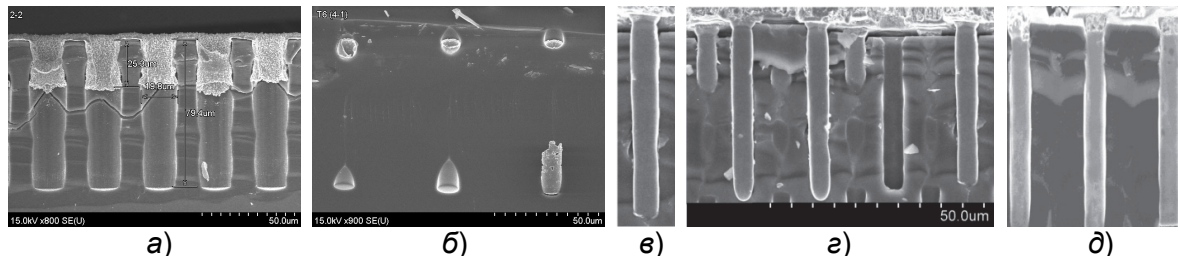


Рис. 3. Влияние состава электролита меднения на заполнение отверстий: а – в отсутствие добавок, б – в присутствии ингибитора, в – в присутствии ингибитора, ускорителя и выравнивателя, г – в присутствии 3-х добавок на реверсированном токе.

В результате проведенных исследований оптимизирован состав электролита меднения и отработаны программные режимы электрохимического заполнения медью переходных отверстий в кремнии при создании межсоединений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Степанова Л.И. Формирование и металлизация сквозных пор в кремниевых подложках для трехмерных токопроводящих межсоединений / Л.И. Степанова, Т.И. Бодрых, С.К. Лазарук, А.В. Долбик, В.А. Лабунов // Материалы докладов 5-ой Международной научной конференции «Материалы и структуры современной электроники», 10–11 октября 2012 г., Минск, Беларусь. – 2012. – С. 94-97.
2. Wiley M.J., West A.C. J Electrochemical Society, 153(10), 2006; 154(3). – 2007.
3. Willey Reid, West, J. Electrochem. Soc Let, 10(4). – 2007.