



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

ПАТЕНТНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА МБА

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 658626

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 02.07.76(21) 2392871/18-25

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 25.04.79. Бюллетень №15

Дата опубликования описания 27.04.79

(51) М. Кл.²

H 01 L 21/306

(53) УДК 621.382

(088.8)

(72) Авторы
изобретения

В. А. Лабунов, В. И. Курмашев, В. А. Петрович
и В. В. Голомако

(71) Заявитель

Минский радиотехнический институт

(54) СПОСОБ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО АНОДИРОВАНИЯ

1

Изобретение относится к электронной технике, а именно, к технологии полупроводниковых приборов и интегральных схем.

При производстве полупроводниковых приборов и интегральных схем используют различные методы декорирования р-п переходов: селективное или окрашивающее травление, электролитическое осаждение с замещением атомов кремния атомами осаждаемого металла, электрохимическое осаждение без замещения, окисление.

Известен метод декорирования р-п переходов на кремнии посредством обработки в окрашивающих растворах плавиковой кислоты с небольшой добавкой азотной кислоты или ее солей [1].

При обработке шлифа кремниевой пластины в таком растворе р- область окрашивается в темный цвет. Однако результаты декорирования, получаемые этим методом, плохо воспроизводимы вследствие неконтролируемого введения окислительного компонента в приготовленный

2

раствор, например, кислорода из воздуха. Кроме этого, для улучшения результатов декорирования применяется подцветка шлифа, например, от лампы накаливания и проводится процесс непрерывного наблюдения результатов декорирования с помощью микроскопа. Это, в свою очередь, приводит к трудностям, связанным с защитой обслуживающего персонала от паров плавиковой и азотной кислот.

Известен способ декорирования р-п переходов в кремнии посредством безэлектролизного никелирования, заключающийся в том, что изготовленный шлиф кремниевой пластины погружают в раствор, содержащий 2 г хлористого никеля, 3 г хлористого аммония, 1,5 г тиоцианистого аммония, 100 см³ воды, 30 см³ 28%-го нашатырного спирта [2]. При этом на поверхности из раствора осаждается зеркальная пленка никеля. К недостаткам метода следует отнести невысокую четкость изображения, особенно в случае плавных р-п переходов, а также необходимость

защиты обслуживающего персонала от паров нашатырного спирта и тиоцианистого аммония, так как рабочая температура ванны составляет 95°С. Кроме того, используемый электролит с течением времени "самостоятельно" за счет испарения наиболее летучего компонента, что приводит к плохой воспроизводимости результатов декорирования, получаемых этим методом. Наиболее близким техническим решением к предлагаемому изобретению является способ электролитического анодирования, преимущественно для декорирования р-п переходов в кремнии, в водном растворе азотнокислого натрия [3].

Сущность способа заключается в том, что изготовленный шлиф кремниевой пластины погружается в электролит - разбавленный водный раствор азотнокислого калия (KNO_3) - таким образом, чтобы шлиф полностью смачивался электролитом и служил анодом. В качестве катода может быть использован, например, золотой электрод. При плотности тока порядка 50 мА/см² кремний за одну минуту окисляется настолько, что образуются видимые пленки окисла кремния, при этом переход отмечается изменением цвета окисной пленки в соответствии с разницей толщин окисла на участках п- и р-типа проводимости. Обычно при этом также определяются обе границы объемного заряда.

Известный способ декорирования не позволяет достаточно четко и уверенно выявить области р-п переходов, особенно слабо отличающихся друг от друга положением уровня Ферми.

Это обусловлено тем, что скорость окисления кремния зависит от положения уровня Ферми: чем ниже расположен уровень Ферми, тем выше скорость окисления, и наоборот. Если разность в положении уровня Ферми в п- и р-областях невелика, то и разность в скоростях окисления этих областей также будет невелика. Вследствие этого контрастность получаемого изображения может оказаться недостаточной для надежного фиксирования границы р-п перехода. Кроме того, изготовленный шлиф имеет механически нарушенный слой, который даже при комнатной температуре является эффективным источником электронов и дырок. Указанная причина может привести к тому, что скорости окисления р и п областей могут стать очень близкими или даже сравнять-

ся, вследствие чего р-п переход не выявится.

Целью настоящего изобретения является обеспечение высокой контрастности и четкости получаемого изображения.

Поставленная цель достигается тем, что анодирование осуществляют в потенциометрическом режиме в растворе электролита с дополнительным введением аминокислоты, например, глицина, после чего удаляют образовавшийся окисел и указанный процесс повторяют несколько раз, например, не менее трех, что концентрация компонентов в водном растворе электролита составляет: азотнокислый натрий (калий) - 8,0-12,0 г/л, аминокислота 4,0-6,0 г/л, что анодирование проводят при линейном росте потенциала 70-150 В в минуту.

После проведения процесса анодирования полученный окисел полностью удаляется погружением шлифа в плавиковую кислоту, и процесс анодирования повторяется, причем операцию травления - анодирования повторяют не менее трех раз.

Использование потенциодинамического режима анодирования при линейном росте потенциала со скоростью 70-150 В/мин обеспечивает более высокую скорость роста окисной пленки в р-области, чем в п-области, так как при этом режиме анодирования скорость окисления более чувствительна к различию концентрации дырок в обеих областях.

Введение в состав электролита для анодирования глицина повышает контрастность и четкость получаемого изображения. При этом используется явление зависимости скорости анодирования кремния от кислотности электролита. Побочным процессом анодирования является разложение глицина на поверхности кремниевой пластины и как следствие - изменение кислотности электролита. При этом разложение глицина происходит с различными скоростями на областях кремния с различным положением УФ.

Последовательное проведение операций анодирования и снятия окисла приводит к стравливанию механически нарушенной поверхности шлифа, возникшей при его изготовлении.

Это приводит к тому, что положение уровня Ферми - на поверхности шлифа будет в меньшей степени отличаться от положения уровня Ферми в объеме кремния. При этом увеличение

количества циклов "окисление - травление - окисление", приводит к повышенной размещающей способности метода декорирования р-п переходов в кремнии методом электролитического анодирования изготовленного шлифа.

Изобретение может быть проиллюстрировано следующими примерами.

Пример 1. Проводят декорирование, используя гальваностатический режим ($j = 50 \text{ мА/см}^2$), при использовании потенциодинамического режима со скоростью роста потенциала 100 В/мин. Сравнение результатов позволяет сделать вывод, что при использовании потенциодинамического режима качество декорирования существенно улучшается, так, что становятся ярко выраженными границы объемного заряда между р и п - областями.

Пример 2. Проверяют влияние состава электролита на качество декорирования, для чего в рабочий раствор вводят глицин марки ХЧ в количестве 5 г/л. Анодированию подвергают кремний марки 15 КДБ10 300КЭФ0,2, в потенциодинамическом режиме.

Пример 3. Проверяют влияние количества циклов "окисление - травление - окисление" на качество декорирования (при этом использовался потенциодинамический режим анодирования). Для проведения исследований берут кремний марки 10 КДБ10 300КДБ1.

Эпитаксиальный слой 10КДБ10 при использовании рабочего раствора как с глицином, так и без него, не выявлялся, однако, после удаления окисла в концентрированной плавиковой кислоте и повторного окисления эпитаксиальный слой слабо выявился. После повторения указанных опера-

ций (снятия окисла и окисления) эпитаксиальный слой выявился достаточно четко.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Способ электролитического анодирования, преимущественно для декорирования р-п переходов в кремнии; в водном растворе азотнокислого натрия, отличающийся тем, что, с целью обеспечения высокой контрастности и четкости получаемого изображения, анодирование осуществляют в потенциометрическом режиме в растворе электролита с дополнительным введением аминокислоты, например, глицина, после чего удаляют образовавшийся окисел и указанный процесс повторяют несколько раз, например, не менее трех.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что, концентрация компонентов в водном растворе электролита составляет:

Азотнокислый натрий (калий)	-8,0-12,0 г/л
Аминокислота	4,0-6,0 г/л.

3. Способ по п. 1, отличающийся тем, что анодирование проводят при линейном росте потенциала 70-150 В в минуту.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе

1. Archer R.J. "J Phys. Chem. Solids" 1960, v. 14, p. 104.
2. Патент Японии № 50-3252, кл. 12 А 211 (С 23 с 3/00), 1975.
3. Juskeep C.N. u.a. "Convenient Method for Measurement of the Depth of Very Shallow Diffused Junctions in Silicon" The Review of Scientific Instruments' 1963, v. 34, p. 310-314.

Составитель Г. Угличина

Редактор А. Абрамов Техред Э. Чужик Корректор М. Пожо

Заказ 2067/48

Тираж 922

Подписное

ЦНИИПИ Государственного комитета СССР

по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4