

цами, обработанными по известному способу и составил соответственно 815 и 510 МПа.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бережницкая М.Ф., Меженин Н.А., Власов В.А., Пачурин Г.В. и др. Повышение качества стальных и чугунных изделий комплексным методом. - В кн.: Прогрессивные методы и средства обеспечения качества изготовления деталей машин / Тез. докл. науч.-техн. конф.- Н.Новгород, -1992.- С.22-23.
2. Авторское свидетельство СССР №1574646, кл. С12Д 1/34, 1990, Бюл.№24.
3. Пачурин Г.В. Эксплуатационная долговечность пластически обработанных сталей и сварных соединений// КШП. ОМД. 2004. №12. С. 3-8.

#### ВЛИЯНИЕ РАСТВОРЕННЫХ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЯХ ГАЗОВ НА КАЧЕСТВО ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Кудаков У.Д., Силаев И.В.,  
Наконечников А.В., Кондратенко Т.Т.\*  
*ГОУ ВПО «Северо-Осетинский  
государственный университет  
имени К.Л. Хетагурова», Владикавказ, Россия*  
*\* ГОУ ВПО «Московский Государственный  
Институт Стали и Сплавов», Москва, Россия*

Одним из важных этапов в производстве изделий электроники является локальная обработка микроучастков полупроводникового кристалла различными технологическими жидкостями. По данным разных авторов [1,2], в воде содержатся пузырьки растворенных газов, имеющие радиусы в пределах  $10^{-7}$ - $10^{-3}$  см, что соизмеримо со структурными элементами, образующими полупроводниковые приборы различной степени интеграции, при их объемной концентрации  $10^6$ - $10^7$  см<sup>-3</sup>. Некоторые авторы сообщают о том, что им удалось обнаружить сверхмалые пузырьки радиусом  $1,8 \cdot 10^{-7}$  см с концентрацией  $10^{11}$  см<sup>-3</sup> [3]. Однако вопрос о стабильном существовании в воде таких пузырьков до настоящего времени остается нерешенным. Наличие пузырьков газов в травителях и растворах финишной очистки приводит к неравномерной подготовке поверхности. Поэтому задача очистки всех химических реактивов от растворенных газов является актуальной в технологии производства полупроводниковых приборов. Качество обработки поверхности напрямую зависит от того, насколько она доступна для молекул химических реактивов. Степень очистки определяется тем, насколько хорошо на этапе промывки были

удалены продукты реакции и остатки непрореагировавших химических реактивов. Этому мешают микроскопические пузырьки растворенных газов, которые перекрывают доступ к поверхности, понижая качество её обработки на том или ином этапе технологического процесса. Микроскопические пузырьки могут также объединяться между собой, образуя более крупные, что приводит к еще большему перекрытию доступа к обрабатываемым поверхностям травителей и промывочных растворов. Дисперсные системы, содержащие большое количество газовых пузырьков, встречаются часто в природе и технике.

Теоретические и экспериментальные исследования физических характеристик дисперсных систем с пузырьками газа при различных внешних воздействиях представляют большой научный и практический интерес в электронной промышленности и в некоторых технологических процессах. Эксперименты по малоугловому рассеянию нейтронов в очищенной от примесей воде в длинноволновой области спектра рассеяния нейтронов, проведенные в работе [4], дали результаты, которые служат прямым доказательством того, что в воде присутствуют частицы, размер которых сравним с длиной волны нейтронного излучения. Таким образом, существование мельчайших пузырьков газа в воде считается установленным фактом. Однако в литературе, посвященной длительно отстоявшейся дистиллированной воде, имеются разногласия в оценках размеров и объемной концентрации стабильных газовых пузырьков. Так же имеются сведения о том, что полностью дегазированная вода растворяет жир, образуя устойчивую во времени эмульсию.

Задача, возникающая в процессе производства полупроводников, заключается в том, чтобы как можно лучше очистить поверхность полупроводникового кристалла или границу выхода р-п перехода, которые при последовательных технологических процессах подвергаются травлению кислотами или щелочами и соответствующей промывке изделий деионизованной водой после каждой химической реакции. В процессе производства электронных компонентов важную роль играет смачиваемость поверхностей, подвергаемых многоступенчатому технологическому процессам. Впервые предлагается для улучшения характеристик выпускаемой продукции электроники - удалять из жидкости растворённые в ней газы. Таким образом возможно существенно улучшить качество и скорость травления химическими реактивами. Наряду с этим улучшится полнота очистки деионизованной водой остат-

ков травителя и продуктов реакции, а также качество последующего обезживания изделия спиртом перед его установкой в корпус.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаврилов Л.Р. Содержание свободного газа в жидкостях и методы его измерения. В кн. Физические основы ультразвуковой технологии. Ред.- Розенберг Л.Д., – М.: Наука, 1970. – 395-426 с.

2.Макаров В.К., Чулкова Н.В // Акустический журнал. 1988. – т.35. – №1. – С.175-177.

3.Елец Б.Г. Определение методом ядерного магнитного резонанса средних размеров и концентрации воздушных пузырьков, содержащихся в воде. // Письма в ЖТФ. – 1997. – Т. 23. – №13. – С.42 - 45.

4. Бункин Н.Ф., Виноградова О.И., Куллин А.И., Лобеев Л.В., Мовчан Т.Г. // К вопросу о наличии воздушных субмикробузырей в воде: эксперимент по малоугловому рассеянию нейтронов // Письма в ЖЭТФ,1995. – Т. 62. – №8. – С.659 - 662.

#### ПОВЕРХНОСТНОЕ ЛАЗЕРНОЕ ЛЕГИРОВАНИЕ ТИТАНА НИКЕЛЕМ И ХРОМОМ

Морозова Е.А., Муратов В.С.

*Самарский государственный технический  
университет  
Самара, Россия*

Установлено, что среди анализируемых пар легирующих элементов (Ni + Mn; Ni + Cr; Cr + Cu; Cr + Mn; Mn + Fe) максимальный эффект упрочнения поверхности титана при лазерном поверхностном легировании (ЛПЛ) и, следовательно, формирование опорной поверхности, обладающей наилучшими характеристиками в условиях изнашивания, достигаются при совместном легировании хромом и никелем. При скорости перемещения лазерного луча  $V_{\text{л}}=3,3$  мм/с наблюдается увеличение микротвердости в 7,2 раза. Для данной скорости лазерной обработки отмечено также, что глубина упрочненного слоя составляет 140–150 мкм. Рентгеновский фазовый анализ в камере РКД, произведенный с поверхности косого среза на глубине 30 и 70 мкм, свидетельствует о том, что поверхностный слой обогащен хромом и частично интерметаллидами никеля. По мере приближения к титановой подложке преимущественно исчезают отражения от линий хрома и интерметаллида  $\text{TiCr}_2$ , и определяющими являются отражения от линий никеля ( $111_{\alpha}$ ,  $200_{\alpha}$ ) и интерметаллида  $\text{NiTi}_2$ .

При скорости 0,5 мм/с наблюдается рост значений микротвердости в пределах 6000–7000 МПа. Глубина упрочненного слоя составляет порядка 230 мкм. Металлографические исследования, проведенные после ЛПЛ при данной скорости, показали, что нижнее, прилегающее к подложке, никелевое покрытие как бы всплывает при формировании в поверхностный слой, имеет структуру эвтектоида и располагается в виде отдаленных друг от друга островков. Наличие эвтектоидной структуры в приповерхностном слое оказывает положительное влияние на первоначальной стадии износа.

Формирование ванны расплава при плотности мощности излучения  $P=220$  Вт и диаметре пятна 2,5 мм наблюдается при малых скоростных режимах. Диапазон изменения скорости составлял 0,5–3,3 мм/с. При более высоких скоростях расплавляется только двухслойное покрытие, не образуя при этом области расплава в титановой матрице. При дальнейшем снижении температуры и соответственно увеличении скорости до 5 мм/с наблюдается расплавление только верхнего слоя покрытия.

Таким образом, выявлено, что ЛПЛ титана двухслойным покрытием Ni + Cr приводит к максимальному эффекту упрочнения. Полученные характеристики поверхностного слоя во многом определяют эксплуатацию деталей в условиях изнашивания.

#### ЦИКЛИЧЕСКАЯ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ НЕКОТОРЫХ СТАЛЕЙ И ИХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Пачурин Г.В., Власов В.А.

*Нижегородский государственный технический  
институт им. Р.Е. Алексеева  
Нижний Новгород, Россия*

В работе представлены результаты исследований цилиндрических образцов из сталей 35ХГСА и 20ХН2М и плоских из углеродистых сталей 08кп, 20кп и 08ГСЮТ после различных режимов технологической обработки.

Установлено, что дробеструйная обработка после правки существенно повышает долговечность цельных цилиндрических образцов из закаленной (900 °С, выдержка 20 мин., охлаждение в масле) с высоким отпуском (425 °С) стали 35ХГСА в 1,49 раза, цементованной (на слой 0,9...1,2 мм) с закалкой и низким отпуском (180 °С) стали 20ХН2М в 1,84 раза и нитроцементованной (на слой 0,4 мм) закаленной с низким отпуском (180 °С) стали 40Х в 4,32 раза. При этом заметное по-