

Выводы

1. Сравнение экспериментальных и теоретических зависимостей показало их качественное и хорошее количественное согласование. Это позволяет использовать результаты работы при разработке травящих растворов и выборе оптимальных технологических режимов операций бесконтактного безабразивного передела слитков для получения полупроводниковых подложек.

2. Стационарный профиль поверхности, образующийся после операции бесконтактного химико-механического полирования, не зависит от величин, характеризующих свойства вещества образца, концентрации травителя и константы скорости химической реакции. Профиль образованной поверхности зависит только от скорости движения инструмента, ширины зазора и коэффициента диффузии активного компонента травителя. Напротив, скорость съема материала существенно зависит от свойств травящего

раствора и свойств вещества обрабатываемого образца.

3. Полученные экспериментальные и теоретические зависимости выявляют потенциально большие резервы повышения скорости химической резки.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Перевошиков В. А., Скупов В. Д. Особенности химической обработки поверхности полупроводников. — Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 1992.
2. Карбань В. И., Борзаков Ю. И. Обработка монокристаллов в микроэлектронике. — М.: Радио и связь, 1988.
3. А. с. СССР 1626575. Способ химической резки полупроводниковых кристаллов / А. В. Фомин, М. Ю. Кравецкий, Е. А. Сальков. — 08.10.91.
4. А. с. СССР 1792060. Кассета для обработки плоских поверхностей деталей / П. Ф. Венгель, О. О. Панчук, А. С. Фомин. — 01.10.92.
5. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. — М.: Наука, 1974.

Д. т. н. В. А. СОКОЛ, к. т. н. Е. П. ИГНАШЕВ

Белорусский гос. ун-т информатики и радиоэлектроники, г. Минск
E-mail: vasokol@gw.bsuir.unibel.by

Дата поступления в редакцию
05.07 2002 г. — 16.01 2003 г.

Оппонент д. х. н. В. Д. ОРЛОВ
(Харьковский нац. ун-т им. В. Н. Каразина)

УСТАНОВКА ТОЛСТОСЛОЙНОГО АНОДИРОВАНИЯ АЛЮМИНИЯ

Приведены основные конструктивные данные и особенности разработанной установки динамического толстослойного анодирования алюминия для изделий радиоэлектроники.

Изготовление алюминиевых оснований для гибридных интегральных микросхем и других изделий радиоэлектронной техники производится электрохимическим анодированием алюминия или его сплавов [1, 2]. Процесс осуществляется в ячейке или в ванне, заполненной электролитом, в которой один из двух электродов (анод) и есть будущая подложка. При пропускании электрического тока на поверхности алюминиевой пластины образуется оксид за счет ассимиляции кислорода, количество которого есть функция тока и времени.

Выделяемое в процессе анодирования тепло отрицательно влияет на качество и толщину получаемой пленки оксида. Повышение температуры анода усиливает травящую способность электролита, что приводит к подтравливанию и разрыхлению оксида, ухудшению его механических и диэлектрических свойств. Чтобы снизить это влияние и избежать местного перегрева, предпринимают меры к перемешиванию и циркуляции электролита [3, 4]. Однако создать необходимые для этого скорости потока электролита около анода известными способами (барботирование, циркуляция, инжестирование и пр.) и достичь высокого уровня отвода тепла от него не удастся.

Задача состояла в том, чтобы повысить эффективность отвода тепла от анода. С этой целью перешли от анодирования в статике к анодированию в динамике.

На этом принципе разработана и создана установка толстослойного анодирования А-1, принципиальная схема которой без источника питания представлена на рисунке [5]. Анодируемые пластины находятся здесь в постоянном движении в течение всего процесса анодирования. Линейную скорость движения пластин можно регулировать в пределах 5 — 50 м/мин.

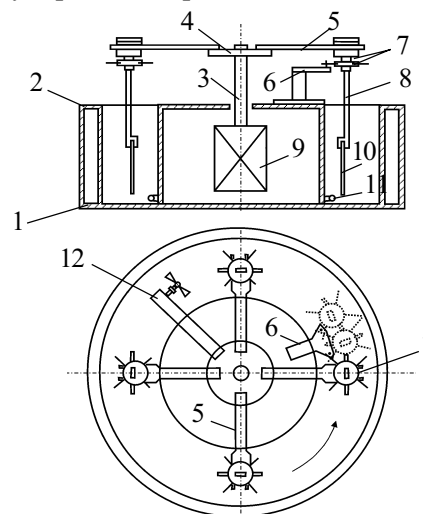


Схема установки анодирования:

- 1 — ванна; 2 — охлаждающая рубашка; 3 — вал; 4 — карусель; 5 — коромысло; 6 — консоль с упорами; 7 — поворотный узел; 8 — пластинодержатель; 9 — электродвигатель; 10 — анодируемая пластина; 11 — тэн; 12 — мешалка

Высокая скорость омыwania пластин электролитом обеспечивает хороший отвод тепла от них. Электролит охлаждается водой, проходящей по продольно-поперечной рубашке, выполненной по наружной стенке ванны. Кроме того, пластины за каждый круговой оборот поворачиваются на 180° с помощью специального узла, что обеспечивает сброс с поверхности пластин газовых пузырьков и препятствует зарождению питтинга. Дополнительные пропеллерные мешалки (одна или две), приводимые в движение тем же двигателем, что и пластины, способствуют перемешиванию электролита в вертикальном направлении. Таким образом, достигается эффективное охлаждение растущего оксида при поддержании температуры электролита с точностью $\pm 1^\circ\text{C}$ на любом уровне в интервале 10—30°C.

Установка позволяет обрабатывать одновременно четыре пластины, хотя их количество может быть увеличено. Размеры пластин — от 48×60 до 100×100 мм, а разброс толщины полученного оксида по пластине не превышает 0,005 мм. Максимальная толщина оксида, которая может быть получена на подложках из анодированного алюминия, достигает 0,3—0,4 мм, а максимальная толщина подложки из свободного анодного оксида — 1 мм.

Установка снабжена нагревателем электролита (который при необходимости используется в исследовательских целях) и датчиком температуры.

Для крепления пластин в ванне разработаны захваты, игольчатые контакты которых удерживают пластину по торцам, не нарушая поверхности пластин с обеих сторон.

Источник питания имеет четыре отдельных канала, каждый из которых дает ток силой до 3 А и напряжением до 100 В. Имеется возможность объединять два канала в один и четыре в один с током соответственно до 6 и 10 А. Источник может работать в автоматическом режиме по заданной программе.

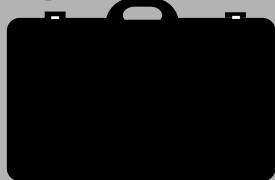
На установку имеется полный комплект технической документации.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Сокол В. А., Лабунов В. А. Электрохимическая аллюмооксидная технология в микроэлектронике // Техника средств связи. Сер. ТПО.— 1988.— Вып. 3.— С. 14 — 21.
2. Игнашев Е. П., Сидоренко Г. А., Большасов В. С., Кривоусова А. К. Изготовление подложек из анодированного алюминия для радиоэлектронных устройств // Электронная техника. Сер. Материалы.— 1989.— № 5.— С. 57 — 59.
3. Pat. 4356076 USA. C 25 D 17/00. Apparatus for the anodic oxidation of aluminium / Shizio Matsushita, Vasuhito Togawa, Tokyo Japan.— 1982.
4. Аверьянов Е. Е. Справочник по анодированию.— М.: Машиностроение, 1998.
5. Заявка на патент РФ № А 19981067. Устройство для получения диэлектрических подложек / В. А. Сокол, Е. П. Игнашев.— 1998.

в портфеле редакции в портфеле редакции в портфеле редакции в портфеле редакции

- Концептуальный общесистемный алгоритм теплофизического проектирования радиоэлектронных средств как сложных систем. В. И. Шелест, А. С. Кондрашов (Россия, г. С.-Петербург)
- Преобразование низкочастотных флуктуаций электропроводности в фоторезисторах. А. Г. Головкин (Украина, г. Херсон)
- Гираторный эквивалент индуктивности во входной цепи радиоприемника. О. Н. Негоденко, Е. Б. Лукьяненко, С. И. Липко, А. А. Хвостенко (Россия, г. Таганрог)
- Использование гидроакустической системы для дешифрования аэрокосмических снимков. Т. И. Низамов (Азербайджан, г. Баку)
- Применение метода прямого моделирования при экспериментальных исследованиях теплогидравлических характеристик теплообменников систем обеспечения тепловых режимов аппаратуры. Б. И. Базелев, В. В. Быкадоров, В. И. Ефремов, Л. Ф. Храмова (Украина, г. Одесса)
- Акусто-оптические модуляторы СВЧ-диапазона. Г. И. Брайко, Д. М. Винник, А. И. Ижнин (Украина, г. Львов)
- Техника и технология систем миллиметровых волн. Чмиль В. М., Сундучков К. С., Сундучков И. К. (Украина, г. Киев)



- Архитектура фиксированных систем широкополосного радиодоступа. С. А. Кравчук (Украина, г. Киев)
- Космический РСА среднего разрешения с широкой полосой обзора. А. С. Куркин, А. С. Гавриленко, В. Б. Ефимов, О. В. Сытник, А. П. Евдокимов, В. В. Крыжановский (Украина, г. Харьков)

редакция в портфеле редакции в портфеле редакции в портфеле редакции в портфеле

ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ В 2003 ГОДУ

- 21 октября — 170 лет со дня рождения А.-Б. Нобеля (1833—1896), шведского инженера-химика, промышленника и изобретателя, основателя благотворительного фонда для награждения премией (Нобелевская премия).
- 11 декабря — 170 лет назад (1833) русский физик и электротехник Э. Х. Ленц выступил в Академии наук с докладом «Об определении направления гальва-

- нических токов, возбуждаемых электродинамической индукцией», в котором сформулировал правило для определения направления индуцированных токов (закон Ленца).
- 24 декабря — 100 лет со дня рождения Э. Т. Кренкеля (1903—1971), исследователя Арктики, основоположника применения коротких радиоволн для дальней радиосвязи.