

ний, а также электронных пучков. В отличие от второй главы, здесь автор ограничивается в основном описанием принципов конструкции и технологических параметров существующих установок. В конце главы приведены сведения о коммерчески доступных резистах для микролитографии.

Методам контроля шаблонов, изготовленных с использованием электронно-лучевых установок, посвящена четвертая глава. Дана подробная классификация методов и их возможностей для контроля геометрических размеров шаблонов и имеющихся в них дефектов. Описаны конструкции современных оптических и электронно-оптических установок автоматизированного контроля шаблонов в условиях массового производства.

Пятая глава посвящена получению кристаллов для СБИС. Главное внимание уделено дефектам в кристаллах, причинам, приводящим к их появлению, современным способам их обнаружения и идентификации.

Шестая глава обобщает сведения по технологии формирования микроэлементов на кристалле. Однако затронуты только некоторые из технологических процессов, такие, как сухое травление для получения микрорисунков, лазерный отжиг имплантированных слоев, методы получения изолирующих и проводящих пленок.

В седьмой главе рассмотрены проблемы контроля и испытаний интегральных схем, в частности контроль и испытания на стадии проектирования СБИС, принципы анализа и проверки параметров больших интегральных схем и испытаний СБИС как сложной системы.

Заключительная восьмая глава посвящена проблемам проектирования и конструирования СБИС. Содержание главы интересно тем, что здесь рассмотрены фундаментальные пределы увеличения степени интеграции и даны определенные прогнозы возможного улучшения параметров приборов. Здесь же приведены примеры ряда основных структур современных интегральных схем.

Несмотря на то что автор не затрагивает целый ряд новых направлений в технологии, например, таких, как ионно-лучевая литография, последние достижения в мосгидридной и молекулярно-лучевой эпитаксии, книга полезна тем, что дает единый взгляд на технологию СБИС. Она представляет несомненный интерес для научных работников и инженеров, занятых разработкой и технологией изготовления интегральных схем. Книга полезна для аспирантов и студентов старших курсов как учебное пособие.

Ю. В. Гуляев, Ю. Л. Копылов

533.6(049.3)

ЧИСЛЕННЫЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ТЕЧЕНИЙ

Proceedings of a Symposium on Numerical and Physical Aspects of Aerodynamic Flows III/Ed. T. Cebeci. — New York; Berlin; Heidelberg; Tokyo: Springer-Verlag, 1986. — 484 p.

Третий симпозиум по численным и физическим аспектам исследования аэродинамических течений состоялся в Калифорнийском университете (Лонг-Бич) с 21 по 24 января 1985 г. На нем были представлены пятьдесят докладов и двадцать кратких сообщений.

В сборник были отобраны двадцать четыре работы, отражающие современное состояние в развитии вычислительных методов исследования двумерных и трехмерных аэродинамических потоков, используемых, например, в связи с расчетом конструкций морской, самолетной и ракетной техники. В отличие от предыдущего издания II, посвященного в основном анализу

двумерных потоков, в настоящем сборнике широко представлены исследования трехмерных задач обтекания аэродинамических профилей различного типа дозвуковыми и сверхзвуковыми потоками. Особое внимание при этом уделено явлениям отрыва потока, при которых имеет место сильное взаимодействие течения в пограничном слое с областями потока, весьма удаленными от обтекаемого профиля.

Сборник состоит из четырех частей и начинается с обзорной статьи Себеси и Уайтлоу (Т. Sebeci, J.H. Whitelaw), которая была специально подготовлена для этого издания.

Первая часть сборника состоит из трех работ, посвященных проблеме гидродинамической устойчивости и анализу переходных турбулентных явлений. Она открывается статьей Стюарта (J. T. Stuart), посвященной памяти профессора Стюартсона (K. Stewartson). В этой статье, кроме анализа различных исторических этапов развития теории гидродинамической устойчивости, рассматриваются линейные и нелинейные аспекты устойчивости плоского течения Пуазейля, а также проблема турбулентной неустойчивости пограничного слоя. В статье Микеля и др. (R. Michel, E. Coustols, D. Arual) исследуются особенности переходных явлений в трехмерных потоках обтекания и, в частности, отмечается необходимость учета эффектов, связанных с поперечными потоками. Работа Нарасимхи и Дея (R. Narasimha, J. Dey), завершающая первую часть сборника, посвящена анализу скорости образования турбулентных пятен в двумерных пограничных слоях.

Вторая часть сборника, в соответствии с оглавлением, состоит из девяти работ, относящихся к исследованиям двумерных потоков обтекания аэродинамических профилей вблизи зоны отрыва. Она начинается с работы Мельника и Брука (R.E. Melnik, J.W. Brook), в которой развивается «метод быстрого взаимодействия» между течением в тонком турбулентном пограничном слое и вне его для дозвуковых и сверхзвуковых потоков с обширными областями отрыва при больших числах Рейнольдса. С другой стороны, в работе Ченга и Ли (H.K. Cheng, C.J. Lee) рассматриваются вопросы, связанные с проблемой отрыва ламинарного потока обтекания двумерного профиля при относительно небольших числах Рейнольдса $Re = 10^4 - 10^5$, которая возникает, например, при изучении механизмов движения живых существ в водной и воздушной средах, а также при анализе работы ветряных мельниц и малоразмерных летательных аппаратов.

Значительное количество работ сборника вообще и второй его части в особенности посвящены развитию и усовершенствованию методов совместного решения уравнений пограничного слоя и уравнений идеальной жидкости для течения вдали от обтекаемого профиля (так называемый метод VII: Viscid-Inviscid Interaction) для описания наблюдаемых явлений отрыва потока. Именно благодаря успеху, достигнутому в развитии метода VII, получено немало новых результатов при решении трехмерных и нестационарных (двумерных) задач аэродинамики. При этом часть 3 сборника, состоящая из пяти работ, посвящена исследованиям нестационарных потоков обтекания, связанных с проблемами конструирования более эффективных вертолетных винтов, газовых турбин и различного рода подвижных (регулирующих и контролирующих) аэродинамических поверхностей в конструкциях современной летательной техники. Так, метод VII развивается для нестационарных течений в работе Баллеура и др. (J.C. Le Balleur, P. Giroudroux-Lavigne), а также в большинстве работ третьей части. Альтернативная методика, основанная на применении нестационарных уравнений Навье — Стокса, использована лишь в работе Гиа и др. (H.N. Ghia, G.A. Osswald, U. Ghia).

В четвертой части сборника, посвященной анализу трехмерных потоков и состоящей из шести статей, такая методика, основанная на непосредственном использовании уравнений Навье — Стокса, также применялась лишь в одной работе Коустейка и др. (J. Cousteix, X. de Saint-Victor, R. Howdeville).

Таким образом, в последнее время отдается явное предпочтение использованию усовершенствованной методики VII, позволяющей достаточно точно анализировать явления отрыва потока, поскольку альтернативный метод, основанный на применении в численных расчетах усредненных уравнений Навье — Стокса, требует значительных затрат для преодоления всякого рода вычислительных неустойчивостей, ограничивающих предсказуемость турбулентных потоков при больших числах Рейнольдса.

В целом сборник хорошо оформлен и иллюстрирован (265 иллюстраций). Его библиография насчитывает 640 наименований, а содержание помещенных в нем работ может представлять интерес для специалистов в области аэродинамики.

Из-за допущенного полиграфического брака в рецензируемом экземпляре сборника на с. 183—214 вместо двух статей — Блотнера (F.G. Blottner) и Мехты и др. (U. Mehta, K.C. Chang, T. Sebesci) — помещен текст, не имеющий непосредственного отношения к проблематике сборника (например, на с. 200 представлено изображение поперечного разреза головы человека и т. д.).

С. Г. Чефранов