

БИБЛИОГРАФИЯ

537.311.33(049.3)

ТЕХНИКА ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИИ

Ion Implantation Techniques/Ed. by H. Ryssel, H. Glavischnig.—Berlin; New York: Springer-Verlag, 1982.—366 p.—(Springer Series in Electrophysics. V.10).

Ионная имплантация (ИИ), т. е. внедрение ускоренных ионов примесей в твердые тела в целях направленного изменения их свойств, была экспериментально осуществлена с 1954 г. М. М. Бредовым, Р. Ф. Комаровой и А. А. Регелем в СССР и в том же году предложена У. Шокли в США как метод управления параметрами полупроводниковых приборов. В течение довольно длительного времени после этого изучением физических процессов, из которых складывается методика ИИ, занимались в ходе фундаментальных исследований (определение пробегов ускоренных ионов, явления каналирования и блокирования в кристаллах, процессы накопления и природа радиационных нарушений). В течение этих же лет возникла и развилась современная твердотельная микроэлектроника, почти полностью основанная на применении планарных (плоскостных) структур.

К этому времени (70-е годы) стало очевидным, что техника ИИ, представлявшаяся ранее многим специалистам чрезмерно сложной, оказалась почти идеальной для создания планарных интегральных схем, запоминающих устройств и другой аппаратуры на основе монокристаллического кремния.

В наши дни в СССР и других развитых странах используются сотни специально сконструированных имплантационных ускорителей ионов, без которых промышленность обойтись не может. Одновременно развиваются фундаментальные исследования, касающиеся совокупности процессов управления свойствами твердых тел путем воздействия ионными, электронными и световыми пучками. В СССР и за рубежом ежегодно появляются книги, авторы которых с разных точек зрения анализируют принципиальные особенности и практические стороны методом ИИ. К числу этих книг относятся и рецензируемая. Она интересна и полезна для широкого круга читателей — как инженеров, занятых решением насущных задач новой техники, так и физиков и химиков, занятых поисковыми исследованиями. Коллективу авторов-специалистов из США, Англии и ФРГ удалось в ясной форме изложить основные принципы методики ИИ и пределы возможностей применения этого метода управления свойствами твердых тел (в первую очередь — полупроводников). Книга представляет собою как «руководство к действию», так и справочник, содержащий данные о современных имплантационных ускорителях, источниках ионов и необходимых предосторожностях, т. е. технике безопасности при работе с химически активными веществами, используемыми для питания источников ионов.

Книга состоит из 4 частей, первая из которых (автор Х. Главишниц) содержит подробные сведения о конструкциях современных имплантационных ускорителей ионов двух основных типов: «прецизионных» ускорителей с совершенной системой масс-сепарации ионов и ускорителей, рассчитанных для работы при больших плотностях ионного пучка, обычно за счет снижения требований к его чистоте. В отдельной главе (Д. Эйткен) описаны существующие источники ионов и особенности их конструирования и использования. В этом же разделе приведены данные о методах измерений интегральных доз внедряемых в твердые тела ионов (Ч. Маккенна). Далее следует глава, посвященная рассмотрению эффектов, способных влиять на здоровье людей, работающих на имплантационных ускорителях, и обусловленных в основном неизбежным рентгеновским излучением и использованием в ионных источниках веществ, представляющих опасность для людей (авторы Р. Бастин и П. Роуз). Следует отметить, что авторы обсуждают и такие потенциально опасные ситуации, как затопление рабочего помещения и землетрясение.

Вторая часть книг содержит сведения о физических процессах, определяющих торможение заряженных ионов в твердых телах в форме обзора (И. Бирзак и И. Циглер), где критически сопоставляются достоинства существующих методов вычисления пробегов ионов и их неизбежного разброса по глубине проникновения и в поперечном направлении. К сожалению, авторы не используют и не упоминают о книге Ф. Ф. Комарова и М. А. Кумахова, посвященной этой теме и вышедшей в СССР в 1979 г. (*), и о подробных таблицах, изданных теми же авторами и их коллегами в 1980 г. (**).

Следует указать на то, что к данной части книги приложены программы, позволяющие проводить другие аналогичные расчеты на ЭВМ.

Третья часть книги содержит подробное описание разнообразных методов измерений параметров имплантированных ионами пластин полупроводников (в первую очередь кремния).

В заключительной части эти методы измерений систематизированы; часть из них (электрические измерения) дает сведения в виде «карты» распределения проводимости имплантированной пластины, другая — о составе слоев (методы вторичной масс-спектро스코пии и обратного рассеяния протонов). Авторами (П. Хеммент, М. Каррент и др.) приведены практически важные данные о влиянии неизбежного нагрева пластин во время имплантации и особенностях, типичных для работы с интенсивными (плотными) ионными пучками.

В последующей главе (авторы П. Эйхингер и Х. Риссель) анализируются возможности новых методов анализа имплантированных слоев, в частности вторичная ионная масс-спектроскопия и обратное (резерфордское) рассеяние легких ионов.

Отдельная глава (автор С. Мадер) посвящена вопросу восстановления исходной структуры при отжиге. Эта глава, с моей точки зрения, заслуживает критики, так как в ней не рассмотрены возможности предложенного и осуществленного советскими авторами импульсного «неравновесного» отжига светом или электронным пучком.

Четвертая часть книги посвящена проблеме развития современной имплантационной аппаратуры, используемой для поисковых работ и производства микроэлектронных устройств. Она представляет интерес для специалистов, заинтересованных в анализе ближних и дальних перспектив развития имплантационной аппаратуры. В этой же части книги приведены современные сведения о существующих и проектируемых имплантационных ускорителях, изготовляемых в США, ФРГ и других технически развитых странах.

Из сведений, приведенных выше, видно, что книга предназначена в первую очередь для специалистов, занятых техническими вопросами. Однако, с моей точки зрения, она представляет первостепенный интерес для тех, кто связан с поисковыми исследованиями: созданием твердых тел и поверхностей с необычными и ценными свойствами.

В. С. Вавилов