

ГЕТЕРОСТРУКТУРЫ (Heterostructures)

«...Собрать торт в таком порядке: 1) темный орж; 2) крем; 3) измельченные грецкие орехи; 4) светлый корж; 5) крем; 6) тертый шоколад. Повторить слои...»

Из рецепта по приготовлению торта «Пражский» (полосатый)

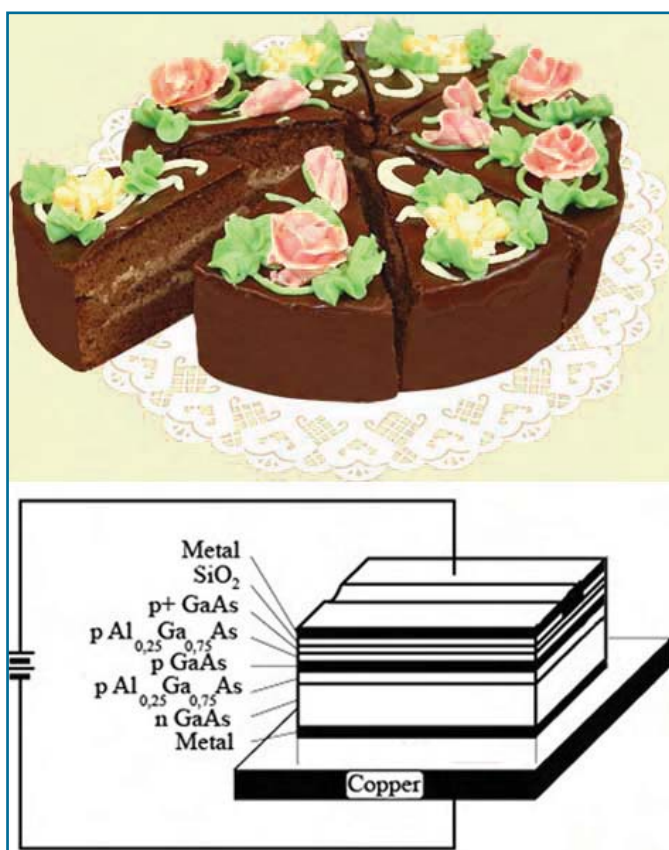
«Термин в физике полупроводников, обозначающий выращенный на подложке слоистый пирог из различных полупроводников...»

Из определения гетероструктуры (на нижнем рисунке показана структура первого в мире полоскового полупроводникового лазера).

дискретных уровнях, подобно электронам и дыркам в **квантовых точках**. Меняя размер «ям», можно изменять расстояние между уровнями и, соответственно, длину волны поглощаемого или излучаемого системой света.

Контакт двух различных по химическому составу полупроводников (двух разного цвета коржей в пироге) называется гетеропереходом, а рассмотренная выше структура – простейший пример двойной, т.е. состоящей из двух гетеропереходов, гетероструктуры. В общем случае гетероструктурой называют полупроводниковую структуру с несколькими гетеропереходами (многослойный пирог). Гетероструктуру на основе соединений А и В принято обозначать А/В, при этом соединения А и В называют гетеропарой. Для получения гетероструктур используют различные методы, включая **молекулярно-лучевую эпитаксию**, газофазную эпитаксию металлорганических соединений и химическую сборку.

Проявление эффекта размерного квантования в гетероструктурах позволяет создавать электронные устройства с повышенным быстродействием и информационной емкостью. Лазер с двойной гетероструктурой присутствует теперь фактически в каждом доме в проигрывателе компакт-дисков, а содержащие гетероструктуры солнечные элементы широко используются как для космических, так и для земных программ.



Если привести в тесный контакт два различных по химическому составу полупроводника, отличающихся шириной запрещенных зон, постоянными кристаллической решетки и другими параметрами, то схематическая зонная диаграмма образующейся структуры будет напоминать картинку с «ямой», заполненной носителями заряда (электронами или дырками) (рис. 1). При этом в силу **квантово-размерных эффектов**, которые проявляются при размерах «ям», т.е. толщины среднего слоя, от нескольких до ста параметров кристаллической решетки или от 1 до 50 нм, носители заряда будут располагаться на

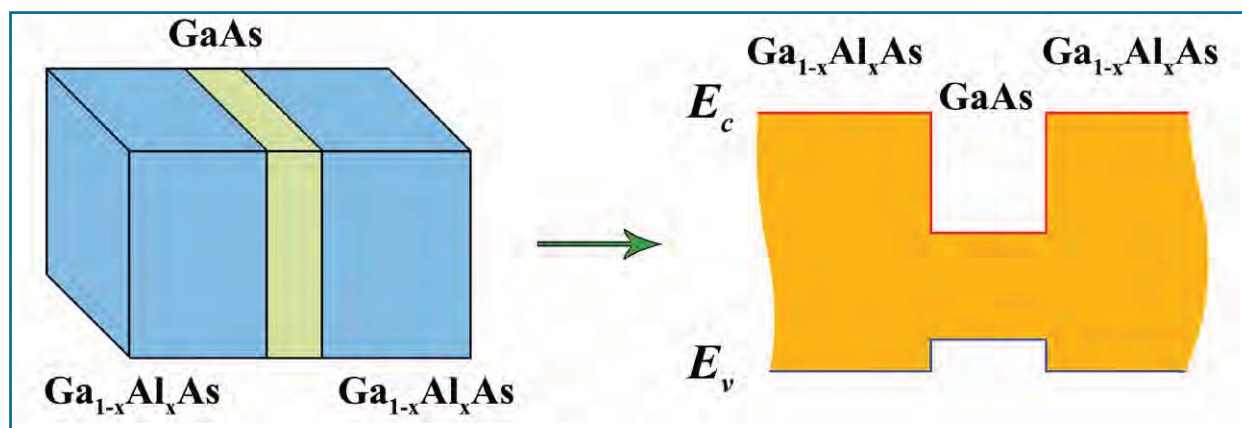


Рис. 1. Зонная диаграмма структуры, образованной плотно контактирующими слоями полупроводников различного химического состава

В 2000 году российский ученый Ж.И. Алферов получил Нобелевскую премию по физике за «работы по получению полупроводниковых структур, которые могут быть использованы для сверхбыстрых компьютеров». Ж.И. Алферов совместно с Г. Кремером разработали быстрые опто- и микроэлектронные компоненты, которые создаются на базе многослойных полупроводниковых гетероструктур (прежде всего на основе гетероперехода GaAs/AlGaAs)(рис. 1).

На сегодняшний день термин гетероструктура применяют не только в отношении чередующихся полупроводниковых «коржей» различного состава, исторически открытых первыми. Очень интересны, например, гетероструктуры F/S, об-

разованные чередование матомных слоев ферромагнетика (F) и сверхпроводника (S), что обеспечивает сочетание свойств, которое не встречается в природе. В общем случае сверхпроводимость и ферромагнетизм являются противоположными явлениями: сверхпроводник стремится вытолкнуть магнитное поле (эффект Мейснера), а ферромагнетик, напротив, концентрирует силовые линии поля в своем объеме (эффект магнитной индукции). Такие гетероструктуры могут использоваться в электронике следующего поколения как логические элементы и переключатели сверхпроводящего тока, причем сверхпроводимостью можно управлять с помощью слабого внешнего магнитного поля.

Литература:

1. Ежовский Ю.К. Соросовский образовательный журнал. 2000. Т. 6, № 1. С. 56–63.
2. Молекулярно-лучевая эпитаксия и гетероструктуры / Под ред. Л. Ченга, К. Плога. М.: Мир, 1989, 584 с.