

УДК:538.322

**В.А.СЕНИЧЕНКОВ (АСП. КАФ. ПФОТТ), Н.Т.БАГРАЕВ, Д.Ф.М.Н., ПРОФ.**

## Джозефсоновские контакты в примесных сверхрешетках

We present findings of the superconductivity for the self-assembled silicon superlattices. This work reports on superconductor properties of the  $\delta$ -barriers divided by the quantum wells based on the single-hole and pair-hole tunneling into negative  $-U$  dipole centers. The thermo-emph and CV measurements carried out in the Hall geometry show a strong diamagnetism thereby identifying the forming of quantum point contacts.

Результаты исследования электрических и магнитных свойств систем сверхрешёток, полученных на поверхности кремния в результате неравновесной диффузии бора, показали наличие в них сверхпроводимости. Сверхрешётки состоят из самоупорядоченных квантовых ям, разделенных  $\delta$ -барьерами, сильно легированными бором. Температурные зависимости коэффициента Зеебека показывают, что при значениях концентрации бора  $\approx 10^{21}$  см<sup>-3</sup> внутри  $\delta$ -барьеров возникает энергетическая щель в плотности состояний дырочного газа, которая обусловлена зарядовыми корреляциями вследствие формирования примесных диполей  $V^+ - V^-$ .

Одним из определяющих сверхпроводящее состояние параметров является критическая температура фазового перехода  $T_c$ . Изменение фазового состояния сильнолегированных  $\delta$ -барьеров рассматривалось в рамках биполярной модели Симанека-Тинга, согласно которой при контакте металл - полупроводник поверхность раздела может проявлять сверхпроводящие свойства вследствие туннелирования электронов из металла в полупроводник через поверхностные оборванные связи. В зависимости от уровня легирования и однородности распределения оборванных связей происходят переходы металл-диэлектрик-сверхпроводник, обусловленные изменением константы электрон-фононного взаимодействия.

Подобные явления в примесных сверхрешётках происходят на границе яма- $\delta$ -барьер. В этом случае квантовая яма играет роль металла, тогда как  $\delta$ -барьер может проявлять сверхпроводящие свойства при однородном распределении примесных диполей. Следует отметить, что фазовые превращения в сильнолегированном  $\delta$ -барьере обусловлены зарядовыми корреляциями в системе реконструированных центров бора, которые могут приводить к формированию как диэлектрической, так сверхпроводящей фазы. Кроме изменения параметра  $T_c$  яркой иллюстрацией сверхпроводящих свойств примесных сверхрешеток, которые представляют собой чередующиеся слои сверхпроводника и нормального металла, является возникновение джозефсоновских контактов. Джозефсоновские контакты в этом случае могут возникать при туннелировании куперовских пар через тонкие диэлектрические слои, толщина которых меньше или порядка длины когерентности внутри сверхпроводящих  $\delta$ -барьеров.

Как отмечено выше, однородность распределения примесных диполей внутри  $\delta$ -барьеров сверхрешёток определяет их сверхпроводящие свойства, проявляющиеся в возникновении сильного диамагнетизма. Это приводит к образованию квантовых точечных контактов, спонтанно формирующихся внутри двумерных барьеров в процессе их изготовления. Характерным признаком существования контактов являются обнаруженные флуктуации в значении энергетической щели.

Туннелирование дырок через тонкие диэлектрические слои идентифицировалось при температурах 77К и 300К путём наблюдения характерных осцилляций тока в зависимости от поперечного напряжения, приложенного к примесной сверхрешетке. содержащей контакт Джозефсона:

$$I \sim I_0 \sin(\pi\Phi/\Phi_0)/(\pi\Phi/\Phi_0) \quad (1)$$

где  $\Phi_0 = h/e$ -квант магнитного потока,  $\Phi = \Delta B \cdot S$ .

**Кроме того, было зарегистрировано возрастание тока в слабом магнитном поле, которое подчинялось зависимости**

$$I_{\max} = 2I_0 |\cos(\pi\Phi/\Phi_0)|, \quad (2)$$

которая идентифицирует формирование самоупорядоченных СКВИД-структур, состоящих из двух параллельных квантовых точечных контактов.