

СОВЕЩАНИЯ И КОНФЕРЕНЦИИ

53 (048)

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОТДЕЛЕНИЯ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ
И АСТРОНОМИИ И ОТДЕЛЕНИЯ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ
АКАДЕМИИ НАУК СССР

(29—30 января 1986 г.)

29 и 30 января 1986 г. в Институте физических проблем им. С. И. Вавилова АН СССР состоялась совместная научная сессия Отделения общей физики и астрономии и Отделения ядерной физики АН СССР. На сессии были заслушаны доклады:

29 января

1. М. И. Каганов, В. Б. Фикс. Трансформация электромагнитной энергии в звуковую электронами металла (теория).
2. А. Н. Васильев, Ю. П. Гайдуков. Бесконтактное возбуждение звука в металлах (эксперимент).
3. В. А. Комаров. Электромагнитно-акустическое преобразование — метод неразрушающего контроля.

30 января

4. А. А. Комар. Метод рентгенолитографии в микроэлектронике: проблемы и перспективы.
5. А. П. Силин. Полупроводниковые сверхрешетки.
6. А. И. Головашкин, А. Н. Лыков. Субмикронные сверхпроводящие структуры.

Краткое содержание пяти докладов приводится ниже.

А. И. Головашкин, А. Н. Лыков. Субмикронные сверхпроводящие структуры. В настоящее время значительный интерес для сверхпроводниковой микроэлектроники представляют сверхпроводящие структуры субмикронного размера и системы таких структур. Переход к субмикронному уровню позволяет, во-первых, увеличить плотность упаковки элементов, уменьшить времена передачи сигналов, уменьшить емкость, рассеиваемую мощность при ВЧ применениях и т. д. Во-вторых, малость длины когерентности в наиболее интересных сверхпроводниках (переходные металлы, их сплавы и высокотемпературные соединения) также ограничивает размеры сверхпроводящих слабых связей, при которых проявляется «классический» эффект Джозефсона. В «вихревых» мостиках достижение односторочечного когерентного движения вихрей также требует уменьшения размеров. Существуют и другие причины повышенного интереса к субмикронным сверхпроводящим структурам. Новые физические явления в таких структурах¹, другие важные результаты свидетельствуют об актуальности и перспективности работ в этом направлении.

Основной, наиболее перспективной методикой получения субмикронных сверхпроводящих структур для широкого использования в микроэлектронике является литография. С помощью электронной литографии получены мостики Nb шириной 250 Å и длиной 0,8 мкм². Такие единичные структуры с помощью специальных «ухищрений» удается получать и с помощью фотолитографии³.

Отметим наиболее интересные элементарные субмикронные сверхпроводящие структуры. Туннельный контакт Nb — I — Nb субмикронных размеров получен с помощью висячего мостика (образованного фотолитографическим методом). Торцевые туннельные переходы и переходы S — N — S типа, в которых один из размеров (длина) определяется толщиной пленки металла. Таким методом приготовлены и переходы с двумя электродами из Nb (см.⁴). Созданные в⁵ контакты Nb₃Ge — Cu — Nb₃Ge с торцевым (вертикальным) мостиком из Cu проявляли идеальное джозефсоновское поведение в очень широком диапазоне температур (1,4—19 K). На основе таких мостиков приготовлены интерферометры с высокой энергетической чувствительностью.

До сих пор представляет интерес целый ряд лабораторных методик получения субмикронных сверхпроводящих структур. Среди них — двойное скрайбирование, разнообразные методики создания закоротки между двумя пленками сверхпроводников, разделенных слоем диэлектрика, прижимные, точечные контакты и др. Помимо эффекта Джозефсона, на таких контактах обнаружен еще целый ряд интересных явлений, такие, как избыточный ток, субгармоники и гармоники сверхпроводящей щели на их ВАХ. Оригинальным элементом является «разрез» — узкая пленка сверхпроводника, перерезанная по всей ширине. При малой ширине разреза такой контакт проявляет свойства туннельного контакта⁶.

Свойства мостиков Дайема из высокотемпературных сверхпроводников типа A15 и B1 определяются движением и пиннингом квантов потока. Обнаружены интересные физические эффекты в таких мостиках — когерентное движение вихрей, синхронизованное СВЧ полем, осцилляции в магнитном поле амплитуд токовых ступенек, появляющихся в СВЧ поле, осцилляции напряжения на мостике, связанные с проникновением вихрей, стимуляция криттока и осцилляции его от СВЧ мощности, субгармоники ступенек тока, субгармоники щелевой особенности на ВАХ^{7,8}. Экспериментально удается определить важнейшие параметры явления пиннинга отдельных вихрей (глубина потенциальной ямы центров пиннинга и т. д.).

Усиленно изучаются и системы сверхпроводящих субмикронных элементов. Созданы цепочки последовательных туннельных переходов и мостиков субмикронного размера, состоящие из десятков элементов. Показано, что с помощью магнитного поля можно сформировать такие системы. При использовании их в качестве генераторов наблюдается увеличение мощности в N^2 раз и сужение линии генерации в N раз, где N — число элементов. В работе⁹ наблюдалась фазовая когерентность двумерной системы из 20 000 туннельных переходов субмикронного размера.

В последнее время с целью использования для генерации электромагнитного излучения когерентного движения решетки вихрей Абрикосова изучаются различные двумерные сверхпроводящие структуры. Среди них — гофрированные пленки (с периодически модулированной толщиной), решетки центров пиннинга, гранулярные и слоистые структуры. Для создания решетки вихрей требуются магнитные поля, близкие к верхнему критическому магнитному полю. Необходимость достижения соизмеримости вихревой решетки и решетки дефектов приводит к субмикронным периодам последней. Экспериментально наблюдалось синхронное движение десятков цепочек вихрей.

Область субмикронных сверхпроводящих структур является интересным и быстро развивающимся направлением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лихарев К. К.//УФН. 1983. Т. 139. С. 169.
2. Вгоэrs A. N., Libowitz R. B.//FTSE: AIP Conf. Proc. 1978. V. 44. P. 289.
3. Fener M. D., Prober D. E.//Appl. Phys. Lett. 1980. V. 36. P. 226.
4. Гудков А. Л., Журавлев Ю. Е., Махов В. И., Тябликов А. В.//Письма ЖТФ. 1983. Т. 9. С. 1061.
5. DeLozanne A., Dilorio M., Beasley M. R.//Appl. Phys. Lett. 1983. V. 42. P. 541.
6. Головашкин А. И., Лыков А. Н., Махашили Л. И., Печень Е В.//ФТТ. 1978. Т. 20. С. 2159.
7. Головашкин А. И., Лыков А. Н., Прищепа С. Л.//ЖЭТФ. 1979. Т. 76.
8. Лыков А. Н., Прищепа С. Л. // ФТТ. 1984. Т. 26. С. 2985.
9. Voss R. F., Webb R.//Phys. Rev. Ser. B. 1982. V. 25. P. 3446.