

ФОРМИРОВАНИЕ СВЕРХПРОВОДЯЩИХ СТРУКТУР ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

© 2009 г. Е.Н. ИВАШОВ, М.Е. СЕМЕНОВ

Московский государственный институт электроники и математики
(технический университет)

В настоящее время продемонстрирована возможность создания электронных элементов и устройств с уникальными свойствами и характеристиками на основе сверхпроводников. Практические результаты использования сверхпроводников в нанoeлектронике связаны с созданием эффективных методов формирования структур с субмикронными размерами. В этом случае возможно создание дешевых электронных приборов на основе эффектов Джозефсона и Мейснера [1]. Явления эти возникают только в сверхпроводниках, а наилучшие технические характеристики достигаются при размерах активной зоны менее 10нм. Появление и интенсивное развитие методов формирования структур с объемом в несколько нанометров открывает новые перспективы для использования явления сверхпроводимости в электронике. На базе наноразмерных сверхпроводниковых элементов возможно создание очень экономичных и быстродействующих элементов цифровой электроники, создание самого чувствительного из известных в настоящее время датчиков магнитного поля и аналоговых элементов на их основе.

Ниже рассмотрен метод эффективного формирования сверхпроводников на основе фуллерен содержащих веществ, который реализован в виде устройства для получения сверхпроводников на основе фуллеренсодержащих веществ.

Устройство для получения сверхпроводников на основе фуллеренсодержащих веществ легированных железом, хромом, цинком (Рис. 1) содержит два графитовых стержня 1, 2, связанные один с положительным 3, а другой с отрицательным 4 электродами. Между двумя графитовыми стержнями 1, 2, параллельно их торцевым поверхностям 5,6 расположены три металлические сетки 7, 8, 9, выполненные из железа хрома, цинка, каждая с возможностью независимого их перемещения посредством трех приводов 10, 11, 12 поступательного перемещения, а фуллеренсодержащими веществами являются углеродные нанотрубки.

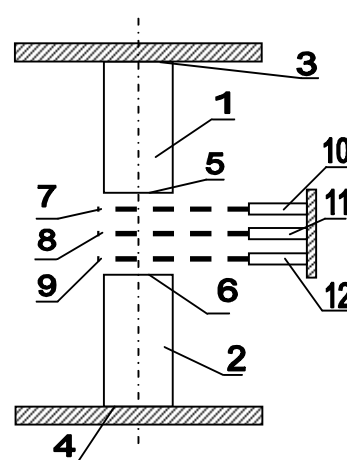


Рис. 1.

Устройство для получения сверхпроводников на основе фуллеренсодержащих веществ легированных железом, хромом, цинком работает следующим образом (Рис. 1).

При подаче напряжения на электроды 3, 4 между торцевыми поверхностями 5,6 образуется электрическая дуга, посредством которой происходит интенсивное термическое распыление материала электродов. Продукты распыления(сажа) содержат до 12-14% фуллеренов и нанотрубок. При включении двигателей 10, 11, 12 сетки 7, 8, 9 перемещаются в зазор между графитовыми стержнями 1,2. Происходит испарение материалов сеток и легирование образовавшихся в зазоре углеродных нанотрубок. Электрическое сопротивление легированных углеродных нанотрубок составляет порядка 10^{-17} Ом*м, при рабочей температуре 90К. При этом количество сеток всегда соответ-

ствует числу лигирующих материалов, которое может быть и более трех. Минимальное количество сеток – одна. Материалами для изготовления сеток так же могут служить медь, иттрий и барий.

Применение предлагаемого устройства для получения сверхпроводников на основе углеродных нанотрубок позволяет уменьшить электрическое сопротивление сверхпроводников при рабочих температурах электронных схем порядка 90К.

Основной для создания электронных элементов с использованием сверхпроводников являются технологии формирования тонких и упорядоченных слоев этого материала на подложке. Ниже рассмотрена одна из таких технологий, которая реализована в виде устройств формирования нанобъектов на подложке.

Устройство формирования нанобъектов на подложке (Рис. 2) содержит вакуумную камеру 1, установленный в ней пьезопривод 2, подложкодержатель 3, с закрепленной на нем подложкой 4. На первом электроде 5 установлена подложка. Между первым 5 и вторым 6 электродами расположен третий 7, выполненный в виде пакета углеродных нанотрубок 9, которые установлены в пакете 8 таким образом, что их оси параллельны, а сам пакет 8 углеродных нанотрубок собран в жгут 10 и жестко связан с торцом 11 пьезопривода 2. Устройство снабжено узлом подачи рабочего газа 12.

Устройство формирования нанобъектов на подложке работает следующим образом.

При подаче рабочего напряжения между первым электродом 5 и вторым электродом 6, возникает ток. Происходит ионизация рабочего газа, подаваемого узлом подачи рабочего газа 12, вследствие соударения с электронами электрода и с последующим осаждением на подложку. Пролет электронов через третий электрод, выполненный в виде пакета углеродных нанотрубок, обеспечивает упорядоченное формирование нанобъектов на подложке. Путем подачи напряжения на третий электрод 7 возможно усиление или ослабление тока.

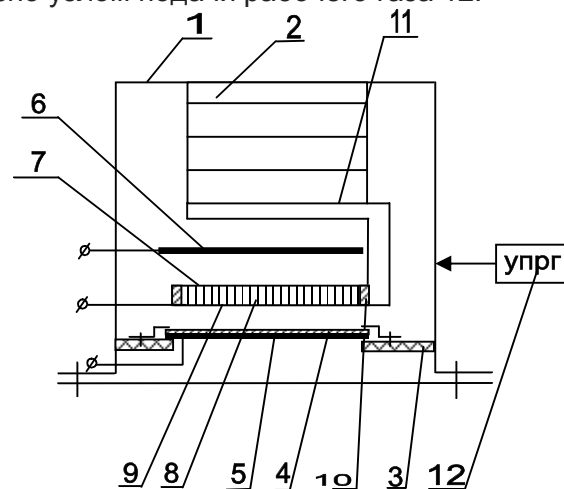


Рис. 2.

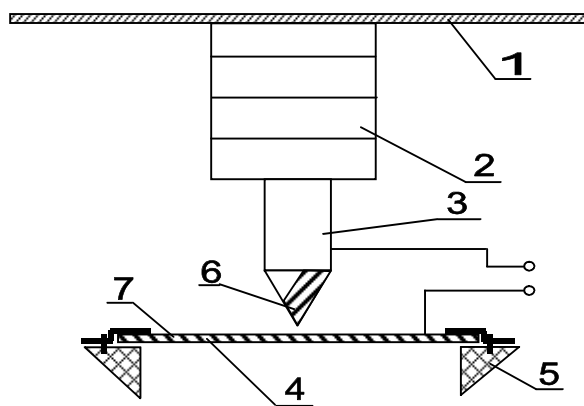


Рис. 3.

поверхности подложки, тем самым увеличить упорядоченность структуры наносимой пленки.

Нанотехнологическое устройство (Рис. 3) содержит неподвижную платформу 1, закрепленный на ней многокоординатный пьезопривод 2 с зондом 3, подложку 4, установленную на подложкодержателе 5. Зонд и подложка выполнены из разнородных проводников 6 и 7.

Принцип действия настоящего устройства основан на эффекте, открытым Пельтье (эффект Пельтье) [И. И. Артоболевский «Политехнический словарь», Москва: Советская энциклопедия – 1977, стр. 349]. Суть эффекта заключается в том, что происходит выделение или поглощение теплоты в месте контакта двух проводников при прохождении через контакт электрического тока. В замкнутой цепи один из контактов нагревается, другой охлаждается. При изменении направления тока эффект меняет знак.

Нанотехнологическое устройство работает следующим образом. При подаче рабочего напряжения между зондом 3, выполненным из проводника 6, с меньшим коэффициентом Пельтье, и подложкой 4, выполненной из проводника 7, с большим коэффициентом Пельтье, возникает ток. Происходит ионизация рабочего газа вследствие соударения с электронами зонда и с последующим осаждением на подложку 4.

При протекании носителей заряда из проводника 6 в проводник 7, они сталкиваются с кристаллической решеткой проводника 7 и получают энергию, недостающую им до равновесной. Вследствие этого эффекта подложка в месте контакта охлаждается.

Применение предлагаемого нанотехнологического устройства позволяет обрабатывать подложку, охлаждая в месте контакта с зондом, уменьшая при этом дрейф наноструктур.

В работе было показано, что исследования в области формирования сверхпроводников с упорядоченной структурой вполне актуальны. Интерес к ним связан с возможностью создания чувствительных датчиков магнитного поля и аналоговых элементов на их основе. Использование сверхпроводников на основе фуллеренсодержащих веществ в качестве основы датчиков магнитного поля очевидно позволит реализовать датчики с высокой резистивной магниточувствительностью, которая будет обладать векторным характером.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Шмидт В.В.* Введение в физику сверхпроводников. /2-е изд. - М.: МЦ-НМО, 2000. - 402 с.
2. *Высокотемпературные сверхпроводники. Получение. Свойства. Применение.* // Научные Труды. / Под ред. *Григорашвили Ю.Е.* - М.: МИЭТ, 1992.
3. *Нанотехнологии в электронике.* / Под ред. *Чаплыгина Ю.А.* - М.: ТЕХНОСФЕРА, 2005.