

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ В НАНОЭЛЕКТРОНИКЕ

Ходосок Е.А., Рутик Е.И студенты гр. 378108

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Андрианова Е.В. – ассистент

Наноэлектроника – область электроники, занимающаяся разработкой технологических и физических основ построения интегральных электронных схем с размерами элементов менее 100 нанометров. Сам термин наноэлектроника отражает переход от микроэлектроники современных полупроводников, где размеры элементов измеряются единицами микрометров, к более мелким элементам — с размерами в десятки нанометров.

Большой интерес вызывает сейчас графен и подобные ему монослойные материалы.

Графен

Графен, двумерный материал, состоящий из углеродных атомов, стал объектом особого внимания в наноэлектронике благодаря своим уникальным свойствам. Применение графена в этой области представляет собой инновационные возможности и открывает новые перспективы для создания передовых устройств и технологий. Вот некоторые области, где графен широко применяется:

- Графен обладает высокой электропроводимостью и электронной подвижностью в графене очень высока, что делает его идеальным материалом для создания нанотранзисторов с высокой скоростью работы и эффективностью.

- Благодаря своей чувствительности к изменениям окружающей среды, графен используется в сенсорах, например, для детекции газов, биомолекул, давления и других параметров. Это делает его важным компонентом в создании чувствительных наноэлектронных устройств.

- Графен обладает высокой способностью к электрическому накоплению энергии и может использоваться для создания суперконденсаторов с большой плотностью энергии и высокой производительностью.

- Из-за своей высокой теплопроводности, графен применяется в термоэлектрических устройствах для преобразования тепловой энергии в электрическую и наоборот.

- Графен обладает высокой оптической прозрачностью и электропроводностью, что делает его прекрасным материалом для создания прозрачных электродов в электронике, фотонике и других областях.

Манипуляции веществом на молекулярном уровне уже затронули многие отрасли промышленности, не обошли они и электронику. Микропроцессоры и интегральные микросхемы строятся именно так. Ведущие страны вкладываются в дальнейшее развитие данного технологического пути — чтобы переход на наноуровень происходил быстрее, шире, и совершенствовался бы далее.

Также очень в наноэлектронике очень важен ещё один материал, феррит.

Ферриты

Ферриты являются неметаллическими магнитными материалами. Название феррита определяется характеризующим ионом металла. По электрическим свойствам большинство ферритов относятся к полупроводникам. Высокое значение удельного электросопротивления позволяет использовать ферриты для работы на частотах до сотен килогерц и даже мегагерц практически без потерь на вихревые токи. Кроме этого ферриты имеют ряд других преимуществ перед ферромагнетиками. Так, они почти в два раза легче металлов. На их свойства мало влияет радиация. Технология изготовления ферритов позволяет получать изделия самой сложной формы.

Однако ферриты имеют ряд недостатков. Так, по сравнению с металлическими магнитными материалами ферриты имеют меньшие значения магнитной проницаемости, индукции насыщения, а также низкую температурную стабильность. При механических воздействиях магнитные свойства ферритов ухудшаются из-за их высокой хрупкости.

Основными контролируемыми параметрами ферритов являются: начальная и максимальная магнитные проницаемости, намагничённость насыщения и остаточная индукция, коэрцитивная сила и петля гистерезиса. По магнитным свойствам и области применения ферриты можно разделить на следующие группы:

- магнитно-мягкие;
- магнитно-твёрдые;
- ферриты с прямоугольной петлей гистерезиса (ППГ);
- ферриты для СВЧ-техники.

Феррошпинели, феррогранаты и ферриты со структурой перовскита являются магнитно-мягкими материалами, а гексоферриты – магнитно-твёрдыми.

Ферриты, являясь полупроводниками, имеют удельное электрическое сопротивление в миллионы и более раз превосходящее сопротивление ферромагнетиков на основе металлов. В связи с этим в ферритах практически не возникают вихревые токи при работе в переменных магнитных полях. Поэтому ферриты могут работать в диапазоне частот до сотен мегагерц и в этом отношении превосходят металлические материалы, которые используются в полях до десятков килогерц.

В настоящее время простые ферриты применяются очень редко, а в основном используются смешанные ферриты. Особенно широко применяются магнитно-мягкие, магнитно-твёрдые ферриты, ферриты с прямоугольной петлей гистерезиса, ферриты для устройств СВЧ, ферриты с большой константой магнитострикции.

Материалы наноэлектроники в Беларуси

В Беларуси активно разрабатываются и применяются различные инновационные материалы для наноэлектроники. Некоторые из них включают:

Уже известный графен.

Нанотранзисторы: Графен может быть использован в различных типах нанотранзисторов для создания более быстрых и эффективных электронных устройств.

Сенсоры: Применение графена в сенсорах позволяет создавать чувствительные и точные датчики для различных приложений, таких как датчики газов, биомолекул и других параметров.

Сверхмощные суперконденсаторы: Графен используется для создания суперконденсаторов с высокой плотностью энергии и долгим сроком службы.

Оптические устройства: Возможно использование графена в оптических устройствах для улучшения проводимости и прозрачности.

Наночастицы и наноструктуры. Использование наночастиц и наноструктур позволяет создавать уникальные свойства и функциональные материалы для электроники. В Беларуси проводятся исследования в области синтеза и применения наночастиц для создания новых полупроводников и усовершенствования процессов наноэлектроники.

Квантовые точки. Квантовые точки - это искусственные наноструктуры, обладающие уникальными оптическими и электронными свойствами. В Беларуси исследуется возможность использования квантовых точек в наноэлектронике для создания высокоточных и высокоскоростных устройств.

Список использованных источников:

1. Виталий Смирнов: *Наноэлектроника, нанофотоника и микросистемная техника*, 2023 – с. 130-262
2. А.И. Белоус, В.А. Солодуха. *Материалы и устройства наноэлектроники. Электроника после Мура, 2002-* с. 1-564
3. Виталий Смирнов: *Физические основы нанотехнологий и наноматериалы. Учебное пособие*, 2023 – с. 18-205