

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ В НАНОЭЛЕКТРОНИКЕ

Ходосок Е.А. Рутик Е.И. студент гр. 378108

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

Андреанова Е.В. – канд. физ.-мат. наук

Статья рассматривает нанoeлектронику и материалы, такие как графен и ферриты. Нанoeлектроника разрабатывает схемы с элементами размером <100 нм. Графен, двумерный углеродный материал, обладает высокой электропроводимостью, чувствительностью к окружающей среде и способностью накапливать энергию. Используется в нанотранзисторах, сенсорах, суперконденсаторах и прозрачных электродах. Ферриты - неметаллические магнитные материалы с полупроводниковыми свойствами, низкими потерями и высокой частотой использования. Статья описывает их преимущества, недостатки, классификацию и области применения. Также представлен обзор инновационных материалов в нанoeлектронике, включая графен, нанотранзисторы, сенсоры, суперконденсаторы, оптические устройства, наночастицы и квантовые точки.

Нанoeлектроника, интегральные электронные схемы, размеры элементов, микроэлектроника, полупроводники, графен, материал, углеродные атомы, нанотранзисторы, скорость работы, эффективность, сенсоры, суперконденсаторы, теплопроводность, термоэлектрические устройства, оптическая прозрачность, электропроводность, прозрачные электроды, молекулярный уровень, микропроцессоры, интегральные микросхемы, ферриты, квантовые точки.

Нанoeлектроника – область электроники, занимающаяся разработкой технологических и физических основ построения интегральных электронных схем с размерами элементов менее 100 нанометров. Сам термин нанoeлектроника 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 нанoeлектронике 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 нанoeлектронных 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 нанoeлектронике 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 совершенствования 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