

УДК 543.424.2

## УГЛЕРОДНЫЕ ПЛЕНКИ ДЛЯ МЕМРИСТОРНЫХ ЯЧЕЕК ПАМЯТИ

Студент Крупенков П. А.

Ст. преподаватель Зайков В. А., академик, д-р физ.-мат. наук, профессор Комаров Ф. Ф.  
Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

В связи с повышением требований вычислительных систем к характеристикам запоминающих устройств, в настоящее время активно разрабатывается новый тип полупроводниковой энергонезависимой памяти – мемристоры [1]. Мемристоры имеют два состояния: состояние с низким сопротивлением (СНС) и состояние с высоким сопротивлением (СВС). Углеродные пленки для мемристорных ячеек памяти, нанесенные методом магнетронного распыления, обладают рядом преимуществ: совместимость с КМОП технологией, низкая стоимость, контролируемые процессы нанесения и однородность пленки на пластине. Осаждение углеродных пленок 103 нм на кремниевую подложку КЭФ-4.5 производилось методом реактивного магнетронного распыления на модернизированной установке УВН-2М. На первом этапе кремниевая подложка проходила ионную очистку при температуре 340 °С в течении 10 минут. Затем наносилось углеродное покрытие при температуре 340 °С в течении 20 минут.

Резистивное переключение мемристоров на основе углерода зависит от соотношения  $sp^3/sp^2$  связей. Для анализа структурной особенности углеродной пленки был получен спектр комбинационного рассеяния (рис. 1), разложенный на сумму двух гауссовских компонент. Спектр КРС имеет два характерных D и G пика на 1388 и 1582  $cm^{-1}$  соответственно. Пик D может быть отнесен к режиму колебаний  $A_{1g}$  неупорядоченного углерода и G пик к колебаниям типа  $E_{2g}$  упорядоченного графита. Результаты КРС подтвердили аморфную структуру углеродной пленки а-С по модели Феррари с долей  $sp^3$  связей менее 20 % [2].

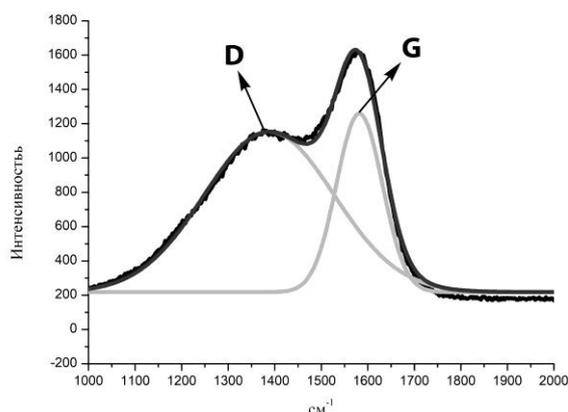


Рис. 1. Спектр КРС углеродной пленки, нанесенной на кремниевую подложку

Известно, что механические свойства углеродных пленок сильно зависят от соотношения  $sp^3/sp^2$  связей. Полученные пленки имеют твердость 24,5 ГПа, что хорошо согласуется с результатами работы [3], в которой углеродные пленки имеют низкую долю  $sp^3$  связей.

## Литература

1. Мемристорная структура с эффектом переключения сопротивления на основе тонких пленок нитрида кремния / Комаров Ф. Ф. [и др.] // Доклады Национальной академии наук Беларуси. – 2020. – Т. 64, № 5. – С. 403–410.
2. Ferrari, A. C. Interpretation of Raman spectra of disordered and amorphous carbon / A. C. Ferrari, J. Robertson // Physical Review B. – 2000. – № 20. – P. 14095.
3. Lu, W. Effect of stress-induced phase transformation on nanomechanical properties of sputtered amorphous carbon films / W. Lu, K. Komvopoulos // Applied Physics Letters. – 2003. – Т. 82, № 15. – P. 2437–2439.