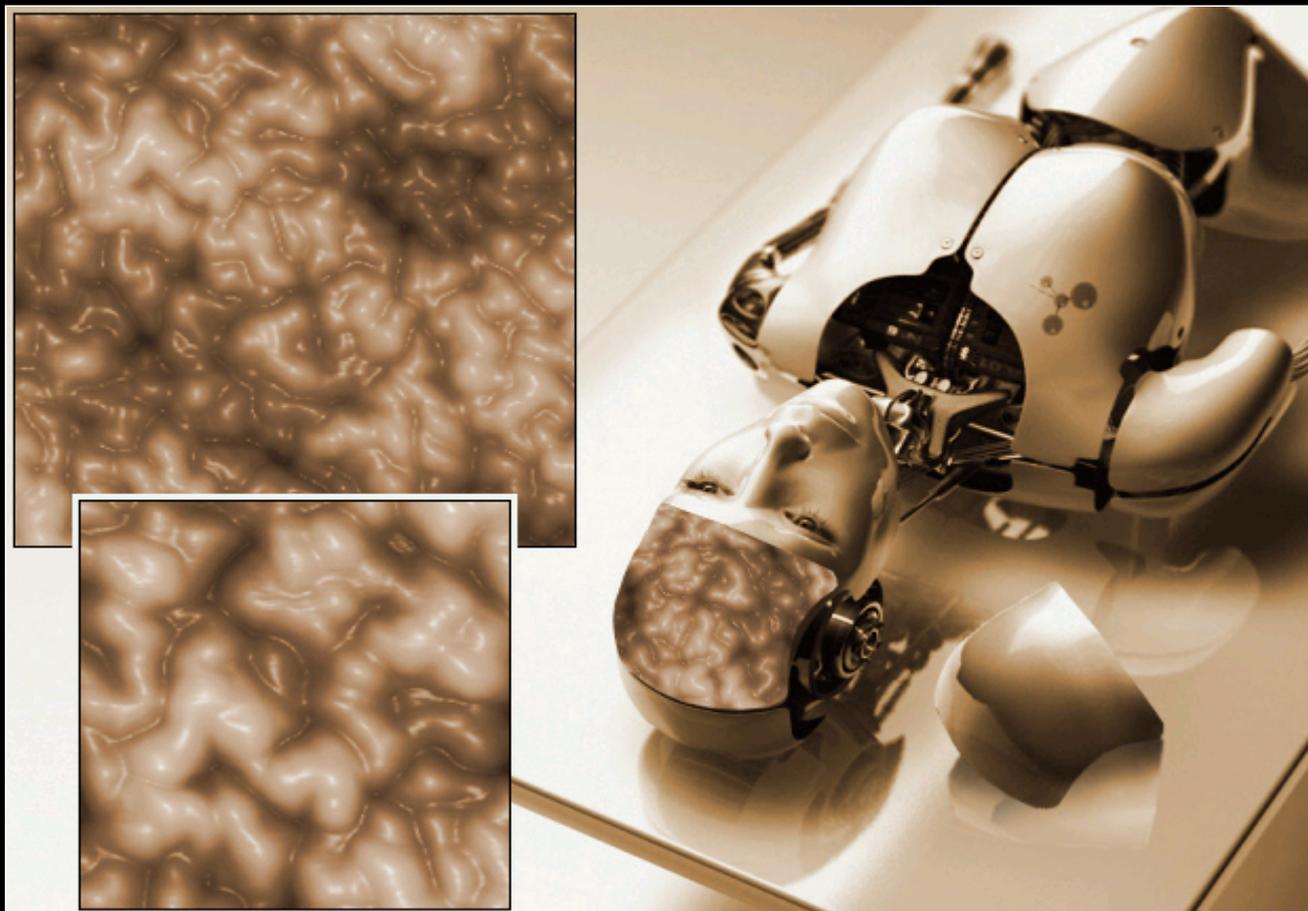


Наноизвилины полиуретанового мозга

Автор: Ростислав В. Лапшин



Поверхность, по виду напоминающая извилины человеческого мозга, получена после осаждения на подложку из полиуретана плёнки углерода нанометровой толщины. Осаждение плёнки углерода выполнено методом импульсного плазменно-дугового распыления графитовой мишени. В процессе осаждения происходит усадка углеродной плёнки, вызывающая деформацию гладкой поверхности полимера. В результате деформации возникают “наноизвилины”, средняя ширина которых составляет 73 нанометра, средняя высота – 13 нанометров.

Благодаря химической инертности полиуретан широко используется в качестве материала искусственных органов (имплантантов): желудочков искусственного сердца, протезов кровеносных сосудов, хрящевых тканей суставов, искусственной кожи, протезов пищевода, трахеи и др. Нанесение тонких плёнок углерода позволяет изменять физико-химические свойства поверхности полимера нужным для практического применения образом или, как ещё говорят, модифицировать поверхность полимера.

К примеру, исходная поверхность полиуретана является гидрофобной, т. е. плохо смачиваемой водой, водоотталкивающей. Чтобы повысить её биосовместимость на полимер наносят тонкую аморфную плёнку углерода, которая позволяет увеличить смачиваемость, т. е. делает поверхность полимера гидрофильной. Кроме того, нанесение углеродной плёнки формирует нанорельеф, обеспечивающий лучшее закрепление клеток на поверхности.

Недавние исследования показали, что после высаживания стволовых клеток на каркас из полиуретановых нановолокон наблюдается специализация этих клеток в нервные клетки. Улучшить условия для закрепления растущих нервных клеток на поверхности нановолокон может придание последней рельефа в виде “наноизвилины”. В данном подходе полиуретановые нановолокна образуют высокопористую основу, на которой формируется нервная ткань. Причём по мере этого формирования происходит постепенное рассасывание нановолокон. Полученную в результате нервную ткань можно использовать для восстановления повреждённых участков мозга человека. В отдалённом будущем предложенная методика может послужить основой для создания прототипа мозга кибернетического организма.

Изображения модифицированной углеродом поверхности полиуретана получены на атомно-силовом микроскопе Solver™ P4 (НТ-МДТ, Россия) на воздухе в режиме прерывистого контакта. Использовалась кремниевая микроконсоль (НИИ Физических проблем им. Ф. В. Лукина, Россия) жёсткостью 12 Н/м, резонансная частота – 139 кГц; радиус кривизны зонда составлял 10 нм. Размер области поверхности на заднем плане – 1.1×1.1 мкм², на переднем плане – 550×550 нм². Плёнка углерода нанесена на полиуретан “Витур” (ВНИИ Синтетических смол, Россия) в установке импульсного плазменно-дугового распыления УВНИПА-1 (завод “Кварц”, Россия) в вакууме $7.5 \cdot 10^{-4}$ тор, частота следования импульсов составляла 0.1 Гц, количество импульсов – 50.

Экспериментальные результаты получены в сотрудничестве со старшим научным сотрудником НИИ Физических проблем им. Ф. В. Лукина Алексеем Г. Кириленко. Основа изображения робота любезно предоставлена фотографом и компьютерным дизайнером Бенедиктом Кэмбелом. Автор также выражает благодарность инженеру-программисту Олегу Э. Ляпину и дизайнеру Лилии В. Лапшиной за помощь, оказанную при подготовке данной работы.