

Пленка плексигласа стала более гладкой

В настоящее время полимер, называемый полиметилметакрилатом (ПММА), больше известный в быту как органическое стекло или плексиглас, находит широкое применение в различных областях науки и техники. В частности, полиметилметакрилат активно используется в нанoeлектронике в качестве электронного, УФ- и рентгеночувствительного резиста; часто применяется в микро- и нанoeлектромеханических системах как конструкционный материал. Полиметилметакрилат хорошо зарекомендовал себя в трансплантологии как нетоксичный биосовместимый материал пригодный для изготовления искусственных органов человека – искусственных хрусталиков, контактных линз, зубных протезов, костного цемента и др.

Важно так модифицировать поверхность полиметилметакрилата, чтобы ее параметры точно соответствовали конкретным нуждам того или иного устройства. Одним из параметров полимера, оказывающим существенное влияние на рабочие характеристики устройства, является шероховатость поверхности в нанометровом диапазоне.

При использовании пленки полиметилметакрилата в качестве резиста, толщина и неровности поверхности определяют минимальный размер элемента, который можно получить в ходе проведения нанолитографического процесса. При использовании полиметилметакрилата в качестве конструкционного материала в микро- и нанoeлектромеханических системах рельеф трущихся поверхностей будет определять действующую силу трения, а, следовательно, связанные с трением потери энергии и термодформации миниатюрного механизма. Для изготовления микрожидкостных устройств, качество поверхности микро- и наноканалов задает характер и скорость течения по ним используемых в устройстве жидкостей. В медицине, изменяя шероховатость поверхности трансплантата, можно избирательным образом влиять на адсорбцию определенных белков, что позволяет повысить биосовместимость искусственного органа.

В Государственном научном центре Российской Федерации, Институте физических проблем им. Ф. В. Лукина (г. Зеленоград) разработали и опробовали методику сглаживания неровностей поверхности полиметилметакрилата в нанометровом и субнанометровом диапазонах. Методика основана на облучении вакуумным ультрафиолетом (ВУФ) с длиной волны около 124 нм. Ввиду сильного поглощения воздухом ультрафиолетовых лучей с длинами волн 200-10 нм обработка полимера производится в вакууме, отсюда и название – вакуумный ультрафиолет.

При облучении образцов полиметилметакрилата вакуумным ультрафиолетом энергии падающих фотонов достаточно для разрыва межмолекулярных связей в полимере. Кроме того, под воздействием ультрафиолета происходит ряд химических реакций, стимулированных квантами света (фотолиз). Обломки молекул полимера вместе с летучими продуктами фотолиза непрерывно удаляются из рабочей камеры вакуумным насосом. Совокупность процессов, возникающих при взаимодействии ультрафиолета с полимером, приводит к сглаживанию нанометровых неровностей рельефа поверхности. Одно из основных преимуществ описанного процесса обработки – он практически не вызывает нагрева образца. Кроме того, модификация происходит только в тонком поверхностном слое полимера, не затрагивая материал в объеме.

По словам одного из разработчиков метода – сотрудника Лаборатории твердотельной нанотехнологии, Лапшина Ростислава Владимировича предлагаемый подход позволяет эффективно утонять и сглаживать поверхность пленки полиметилметакрилата. До недавнего времени в лабораторной практике отсутствовал удобный и простой в изготовлении тест-объект, с помощью которого можно было бы надежно фиксировать нанометрового масштаба изменения рельефа, происходящие в процессе обработки вакуумным ультрафиолетом. В ходе проведения данного исследования такой тест-объект был найден.

Найденный тест-объект представляет собой пленку полиметилметакрилата субмикронной толщины, нанесенную с помощью центрифуги на полированную поверхность кремниевой пластины и обработанную в кислородной высокочастотной плазме. В ходе обработки в кислородной ВЧ-плазме поверхность пленки претерпевает наноструктурирование – вместо гладкой поверхности со среднеквадратичной шероховатостью 0.3 нм образуются четко выраженные нанозерна со средним латеральным размером 66 нм и средней высотой 1.8 нм. Нанорельеф исследуемых поверхностей полиметилметакрилата измерен с помощью атомно-силового микроскопа (АСМ) Solver P4 (НТ-МДТ). Микроскоп и используемые кантилеверы (Институт физических проблем им. Ф. В. Лукина) – отечественного производства.

Помимо эффекта сглаживания ученые института, анализируя фурье-спектры поверхности, обнаружили интересный феномен. Оказалось, что наноструктурированная в кислородной ВЧ-плазме поверхность полиметилметакрилата частично упорядочена. До недавнего времени порядок в расположении структурных элементов поверхности наблюдался только в диблок кополимерах, например, в полистироле-полиметилметакрилате (ПС-ПММА).

Дополнительная информация: Ростислав В. Лапшин, к. т. н., Научный сотрудник, Государственный научный центр Российской Федерации ФГУП "Научно-исследовательский институт физических проблем им. Ф. В. Лукина", Отдел нанoeлектроники, Лаборатория твердотельной нанотехнологии Российская Федерация, 124460, г. Москва, г. Зеленоград, проезд 4806, дом 6. тел (раб): +7 (499) 736-93-79, 731-98-43 факс (раб): +7 (499) 731-55-92, 731-46-56, эл. почта: rlapshin@yahoo.com, rlapshin@gmail.com интернет: <http://www.niifp.ru/staff/lapshin/>

Информнаука

Журнал "Поверхность" январь 2010, статья "Сглаживание наношероховатостей поверхности полиметилметакрилата вакуумным ультрафиолетом"

Ссылки по теме:

[Атомно-силовой микроскоп увидел внутреннюю мембрану митохондрии](#)

[Луч лазера нарежет сапфир для светодиодов](#)

[Что нового мы узнали о Луне за последние 40 лет?](#)

[О морских открытиях, поцелуях клопов и внеземной жизни](#)

[Триллионы наномашин дружно подтолкнули каплю воды](#)