

10;12

Толщина нарушенного слоя вдоль трека, созданного высокоэнергетическим ионом в полиимиде

© А.И. Виленский, Б.В. Мчедлишвили, В.А. Ключев, Ю.П. Топоров

Институт кристаллографии РАН, Москва
Институт физической химии РАН, Москва

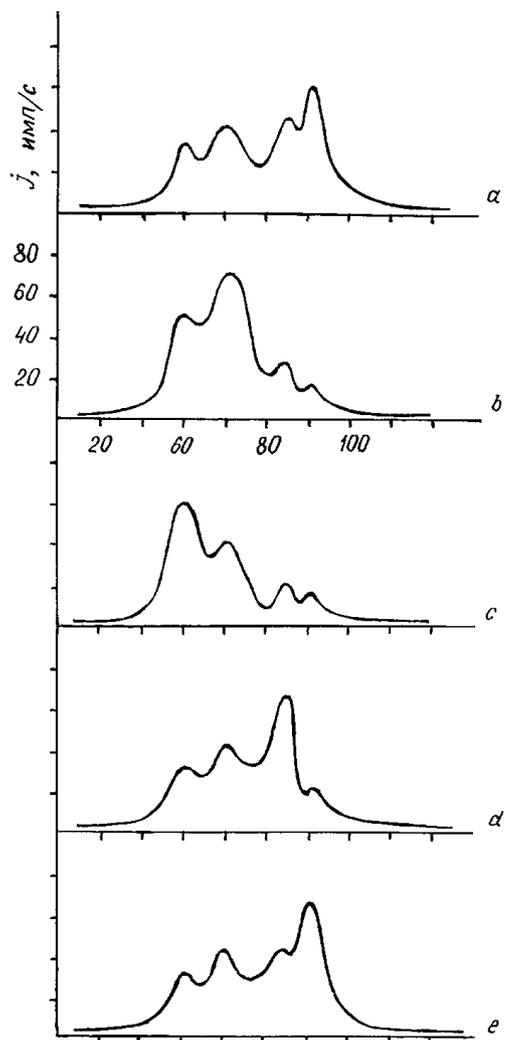
Поступило в Редакцию 3 сентября 1997 г.

С помощью метода термостимулированной экзоэлектронной эмиссии оценена толщина нарушенного слоя вдоль трека в полиимиде. Показано, что она составляет ~ 30 нм.

Процесс развития и формирования пор трековых полимерных мембран определяется степенью структурных нарушений полимера и толщиной нарушенного слоя вокруг треков, образуемых воздействующими на полимер высокоэнергетическими ионами. При этом определение толщины нарушенного слоя представляется очень важным не только для технологии трековых мембран, но и для общего радиационного материаловедения из-за сопутствующего облучению изменения свойств материалов. В то же время определение толщины нарушенного слоя представляет собой весьма сложную экспериментальную задачу.

В работе [1] толщина нарушенного слоя в полиимиде вдоль треков, созданных ионами аргона, криптона и вольфрама, была оценена на основе данных по кинетике травления пор в пленке. При этом оказалось, что под действием облучения в области прохождения высокоэнергетического иона (радиусом до 5 нм) происходит полное разрушение полимера с образованием низкомолекулярных продуктов (зафиксировано с помощью ИК-спектроскопии). Вокруг этой зоны формируется область полимера с измененной структурой протяженностью до 35 нм.

Однако, поскольку резкого перехода от скорости травливания полимера с измененной структурой к скорости травливания необлученного полимера не наблюдается (в том числе из-за возможного набухания полимера в травителе), точно определить протяженность нарушенного слоя затруднительно.



Зависимость термостимулированной экзоэлектронной эмиссии исходной пленки полиимида (*a*); пленки, подвергнутой облучению ионами аргона (*b*); после стравливания в течение 10 min (*c*), 60 min (*d*), 200 min (*e*) 30%-ным раствором пероксида водорода.

Поэтому в данной работе сделана попытка оценить толщину нарушенного слоя вдоль трека в полиимиде, используя другой метод — метод термостимулированной экзоэлектронной эмиссии. Сущность использованной методики состояла в следующем.

С помощью стандартной аппаратуры [2] в вакууме 10^{-4} mm Hg снимались зависимости интенсивности экзоэмиссии электронов от температуры (так называемые "Глоу-кривые") исходной пленки полиимида и пленки, подвергнутой воздействию потока высокоэнергетических ионов. При этом предварительная активация пленок осуществлялась с плазмой коронного разряда на воздухе. Эксперименты показали, что после облучения высокоэнергетическими ионами характер глоу-кривой пленки изменяется — появляются новые пики, обусловленные эмиссией электронов с участков пленки, обладающих нарушенной структурой.

Затем осуществлялось последовательное травление дефектного материала вокруг треков с помощью специально подобранного растворителя [3]. В процессе травления проводились периодические измерения токов термостимулированной экзоэлектронной эмиссии с пленки (после предварительной промывки и сушки). Толщина травленного слоя полимера, при которой у облученной пленки характер глоу-кривой совпадал с характером глоу-кривой исходной пленки, принималась равной толщине нарушенного слоя.

Толщина травленного слоя полимера определялась по диаметру пор на растровом электронном микроскопе BS-340 TESLA, а также гидродинамическим методом [4].

На рисунке в качестве примера приведены глоу-кривые термостимулированной экзоэлектронной эмиссии исходной пленки полиимида (*a*) и такой же пленки, подвергнутой облучению ионами аргона (1 MeV на нуклон при флюенсе облучения $10^7 - 10^8$ cm⁻²) (*b*), после травления в течение 10 min (*c*), 60 min (*d*) и 200 min (*e*) 30%-ным раствором пероксида водорода. Из рисунка видно, что характер кривых (*b*) и (*d*) полностью идентичен, что, в свою очередь, позволяет говорить о полном травлении за 200 min всего нарушенного слоя полимера. Электронно-микроскопические исследования и измерения гидродинамическим методом дали для диаметра пор пленки после 200-минутного травления значения порядка 60 nm.

Таким образом, определенная с помощью термостимулированной экзоэлектронной эмиссии толщина нарушенного слоя вокруг трека в полиимиде составляет ~ 30 nm, что близко к данным, полученным в работе [1], и повышает их достоверность.

Список литературы

- [1] *Виленский А.И., Марков Н.Г., Олейников В.А.* и др. // Химия высоких энергий. 1994. Т. 28. № 6. С. 507–510.
- [2] *Кортов В.С., Слесарев А.И., Рогов В.В.* Экзоэмиссионный контроль поверхности деталей после обработки. Киев: Наукова думка, 1986. 175 с.
- [3] *Виленский А.И., Олейников В.А., Купцова И.В.* и др. // Химия высоких энергий. 1994. Т. 28. № 4. С. 326.
- [4] *Виленский А.И., Олейников В.А., Мchedlishvili Б.В.* и др. // Химия высоких энергий. 1992. Т. 26. № 4. С. 12.